Российская академия наук
Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей
и благополучия человека
Федеральное бюджетное учреждение науки
«Федеральный научный центр медико-профилактических технологий
управления рисками здоровью населения»

Посвящается 300-летию Российской академии наук

АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ В СТРАТЕГИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Монография

В двух томах

Под общей редакцией
акад. РАН Г.Г. Онищенко, акад. РАН Н.В. Зайцевой

Второе издание, переработанное и дополненное

Том 2

Москва – Пермь
2024

УДК 614.8:332.14
А64

Авторский коллектив: акад. РАН, д.м.н., проф. Г.Г. Онищенко, акад. РАН, засл. деятель науки, д.м.н., проф. Н.В. Зайцева, д.м.н., проф. А.Ю. Попова, д.б.н., проф. И.В. Май, д.м.н., проф. О.Ю. Устинова, д.ф.-м.н., проф. П.В. Трусов, д.м.н., проф. Ле Тхи Хонг Хао, проф. РАН, д.м.н., доц. С.В. Клейн, д.м.н., доц. М.А. Землянова, д.м.н., доц. О.В. Долгих, д.б.н., доц. Т.В. Нурисламова, д.м.н., доц. К.П. Лужецкий, д.социол.н., доц. Н.А. Лебедева-Несевря, д.м.н. П.З. Шур, д.м.н. В.Б. Алексеев, д.м.н. О.А. Маклакова, д.м.н. Тран Цао Сон, к.м.н., доц. Д.Н. Лир, к.э.н., доц. О.И. Голева, к.т.н. Д.А. Кирьянов, к.м.н. А.Е. Носов, к.б.н. Ю.В. Кольдибекова, к.м.н. С.Л. Валина, к.м.н. В.Г. Костарев, к.ф.-м.н. М.Р. Камалтдинов, Нго Нгуен Тхи Хонг, к.социол.н. А.О. Барг, к.м.н. Н.В. Никифорова, к.м.н. Д.В. Горяев, к.ф.-м.н. В.М. Чигвинцев, к.м.н. К.В. Четверкина, к.м.н. М.В. Глухих, к.м.н. В.А. Фокин, к.ф.-м.н. М.Ю. Цинкер.

Рецензенты:
академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, доктор медицинских наук,
профессор *В.Н. Ракитский* (ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, г. Мытищи);
академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, доктор медицинских наук,
профессор *Ю.А. Рахманин* (ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» ФМБА России, г. Москва)

А64 **Анализ** риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития: монография : в 2 т. / Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцева, А.Ю. Попова [и др.]; под общ. ред. Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцевой. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.; Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2024.

ISBN 978-5-398-03131-7 (общ.)

Т. 2. – 468 с.
ISBN 978-5-398-03133-1 (Т. 2)

За период, прошедший со времени выхода первого издания настоящей монографии, методология анализа риска здоровью в Российской Федерации получила существенное развитие, позволяющее отстаивать позиции страны на международном уровне, а по ряду положений предлагающее способы решения государственных задач, опережающие мировую практику.

В расширенной редакции монографии обобщение опыта научно-методических разработок по анализу риска здоровью и их применения при решении задач государственного управления в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и соблюдения прав потребителей дополнено обсуждением основных направлений развития методологии анализа риска здоровью и применения результатов этого развития в обеспечении безопасности для здоровья населения.

Помимо освещения накопленного опыта по анализу риска и его эволюции при воздействии на здоровье разнородных факторов среды обитания, продукции, условий труда и образа жизни, представлены дальнейшие перспективы развития отечественных теоретических подходов к различным аспектам имплементации этой методологии в деятельность Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Приведены особенности управления рисками здоровью населения в современной ситуации, в том числе принятия управленческих решений на основе пространственно-временного моделирования распределения рисков, экономической оценки, совершенствования риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности, медико-профилактических технологий снижения последствий при воздействии факторов риска, сформулированы общие принципы, приведены методы и модель риск-коммуникаций.

Издание дополнено рядом положений, касающихся цифровизации методологии анализа риска, включающей создание автоматизированных информационных систем, формирование баз знаний и комплекс современных методов численной обработки баз данных.

Рассмотрены правовые аспекты анализа риска здоровью в России и за рубежом. Обобщены подходы к оптимизации социально-гигиенического мониторинга на основе оценки риска здоровью, методические подходы и практика доказательства вреда здоровью, причиненного воздействием факторов риска, практика оценки и управления рисками с использованием методов эволюционного моделирования.

Представлены направления совершенствования политики государства в области минимизации рисков и интегрирования анализа риска здоровью в решении стратегических задач государственного социально-экономического развития.

Издание предназначено для специалистов, работающих в сфере государственного управления, в органах и учреждениях Роспотребнадзора, учреждениях научного и образовательного профиля, интернов, аспирантов, докторантов, практических врачей медико-профилактического направления.

УДК 614.8:332.14

ISBN 978-5-398-03133-1 (Т. 2)
ISBN 978-5-398-03131-7 (общ.)

© ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ТОМ 1

ВВЕДЕНИЕ 7
Список литературы к введению 10

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ: ТЕОРИЯ, ПАРАДИГМА, ЭТАПЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ 11
1.1. Теоретические аспекты анализа риска здоровью: парадигма и концептуальные положения, соотношение парадигм гигиенического нормирования и анализа риска здоровью 11
1.2. Основные этапы развития теории и методологии анализа риска здоровью в России и за рубежом 29
1.3. Концептуальная постановка стратегических задач анализа риска здоровью в сфере обеспечения социально-экономического развития государства..... 45
Список литературы к главе 1 50

ГЛАВА 2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ РИСКА И ЕГО ЭВОЛЮЦИИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ЗДОРОВЬЕ РАЗНОРОДНЫХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ, УСЛОВИЙ И ОБРАЗА ЖИЗНИ 63
2.1. Общие методологические основы оценки риска и его эволюции при воздействии на здоровье разнородных факторов 63
2.2. Основные положения оценки риска здоровью при воздействии химических факторов среды обитания 89
2.3. Современные методические подходы к оценке риска для здоровья, связанного с пищевыми продуктами..... 107
2.4. Оценка риска при воздействии на здоровье физических факторов среды обитания 123
2.5. Оценка риска, связанного с воздействием макросоциальных факторов и образа жизни на здоровье населения 144
2.6. Оценка риска здоровью населения, связанного с климатическими факторами 171
2.7. Методические аспекты оценки воздействия объектов накопленного вреда на здоровье и продолжительность жизни населения по критерию совокупного риска здоровью 186
2.8. Методические аспекты оценки профессионального риска здоровью 193
Список литературы к главе 2 204

ГЛАВА 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ НАРУШЕНИЙ ФУНКЦИЙ КРИТИЧЕСКИХ ОРГАНОВ И СИСТЕМ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ФАКТОРОВ РИСКА 228
3.1. Моделирование нарушений функций антродуоденума..... 228
3.2. Моделирование нарушений нейроиммуноэндокринной регуляции 251
3.3. Моделирование нарушений функций дыхательной системы 269
Список литературы к главе 3 299

ГЛАВА 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ЗДОРОВЬЮ.... 312
4.1. Принципы управления рисками здоровью. Обоснование приоритетных мероприятий на локальном уровне..... 312
4.2. Методические подходы к обоснованию принятия управленческих решений на основе экономической оценки риска здоровью..... 324
4.3. Методические подходы к обоснованию гигиенических нормативов по критериям риска здоровью (risk-based нормативы).....369
4.4. Методические подходы к совершенствованию риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения 411
4.5. Медико-профилактические технологии управления риском нарушений здоровья, ассоциированных с воздействием факторов среды обитания 437
Список литературы к главе 4..... 552

ТОМ 2

ГЛАВА 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РИСК-КОММУНИКАЦИЙ 587
5.1. Общие принципы, модель и субъекты риск-коммуникаций..... 587
5.2. Методы оценки и учета восприятия рисков для здоровья различными социальными группами..... 593
5.3. Каналы и формы риск-коммуникаций в сфере здоровья 601
Список литературы к главе 5..... 615

ГЛАВА 6. ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ АНАЛИЗА РИСКА В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ..... 619
6.1. Правовые основы анализа риска в сфере охраны среды обитания 619
6.2. Правовые основы оценки риска в системе технического регулирования: отечественный и международный аспекты 632
Список литературы к главе 6..... 639

ГЛАВА 7. ОПТИМИЗАЦИЯ СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ РИСКА ЗДОРОВЬЮ 643
7.1. Место оценки риска для здоровья в системе социально-гигиенического мониторинга 643
7.2. Методические подходы и практика оптимизации сети и программ лабораторных исследований в рамках системы социально-гигиенического мониторинга с использованием методологии оценки риска здоровью 647
7.3. Повышение качества оценки экспозиции населения при оценке рисков здоровью в рамках социально-гигиенического мониторинга 657
7.4. Гигиеническая оценка факторов среды обитания и здоровья населения с использованием методологии оценки рисков 663
7.5. Установление причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания 674
7.6. Подготовка предложений для принятия федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления необходимых мер по устранению выявленных вредных воздействий факторов среды обитания человека 679
Список литературы к главе 7..... 682

ГЛАВА 8. МЕТОДОЛОГИЯ, МЕТОДИКА И ПРАКТИКА ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ВРЕДА ЗДОРОВЬЮ, ПРИЧИНЕННОГО НЕГАТИВНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ФАКТОРОВ РИСКА 689
8.1. Правовые основания оценки риска в системе доказывания вреда здоровью..... 689
8.2. Общая методологическая схема доказывания вреда здоровью при негативном воздействии факторов среды обитания и место в ней оценки риска..... 691

8.3. Современные методические подходы к определению химических соединений и элементов в объектах окружающей среды, пищевых продуктах и биологических средах для оценки риска 721
8.4. Практика установления и доказывания ассоциированного с негативным воздействием факторов среды обитания вреда здоровью населения 740
Список литературы к главе 8 749

ГЛАВА 9. МЕТОДОЛОГИЯ, ПРАКТИКА ОЦЕНКИ И АДРЕСНОЙ ПРОФИЛАКТИКИ НАРУШЕНИЙ ЗДОРОВЬЯ, СВЯЗАННЫХ С МОДИФИЦИРУЮЩИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ РИСК-ИНДУЦИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ 765
9.1. Алгоритм проведения санитарно-эпидемиологических исследований по выявлению связи нарушений здоровья с качеством объектов среды обитания в зонах влияния хозяйствующих субъектов 765
9.2. Методология и практика объективизации и анализа причинно-следственных связей между воздействием риск-индуцирующих факторов и состоянием здоровья населения для оптимизации управленческих решений 791
9.3. Методология и принципы построения программ адресных медико-профилактических мероприятий, направленных на минимизацию рисков и вреда здоровью на период до достижения приемлемых уровней риска 808
9.4. Оценка эффективности мероприятий по профилактике риска и снижению негативных последствий здоровью населения 717
Список литературы к главе 9 827

ГЛАВА 10. ПРАКТИКА ОЦЕНКИ И УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ЗДОРОВЬЮ НА БАЗЕ НОВЫХ МЕТОДОВ И ПОДХОДОВ 847
10.1. Опыт реализации риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения 847
10.2. Оценка профессионального риска здоровью работников 861
10.3. Оценка риска, связанная с использованием пищевой потребительской продукции 866
10.4. Актуальные социально-гигиенические детерминанты ожидаемой продолжительности жизни как потенциальные факторы риска здоровью населения России 890
10.5. Оценка рисков здоровью в задачах пространственного планирования и градостроительства 901
10.6. Анализ риска здоровью населения как информационная система организации мониторинга и формирования комплексных планов воздухоохранных мероприятий федерального проекта «Чистый воздух» 909
10.7. Практический опыт оценки воздействия объектов накопленного вреда окружающей среде по критериям риска для здоровья граждан и продолжительности их жизни 924
Список литературы к главе 10 929

ГЛАВА 11. ИНТЕГРИРОВАНИЕ АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ В РЕШЕНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ГОСУДАРСТВЕННОГО СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ 944
11.1. Совершенствование политики в области минимизации рисков здоровью и развитие законодательной базы 944
11.2. Анализ риска здоровью в решении стратегических задач государственного социально-экономического развития 947
Список литературы к главе 11 971

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1 976
Таблица 1. Распределение тяжестей болезней по отдельным нозологическим формам 976
Таблица 2. Распределение средневзвешенной тяжести болезней по нозологическим группам 1010
Таблица 3. Распределение средневзвешенной тяжести по классам болезней 1015

Приложение 2 1016
Параметры моделей связи «среда (концентрация химического вещества в атмосферном воздухе) – здоровье (заболеваемость)», сл. на 100 тыс. населения на единицу референтной концентрации (*RFC*) для хронического ингаляционного воздействия (пример) 1016

Приложение 3 1019
Параметры логистических моделей зависимости вероятности формирования заболеваний, связанных с воздействием факторов среды обитания для ингаляционного пути поступления 1019

Приложение 4 1020
Пример заполнения «Библиотеки моделей» 1020

Приложение 5 1028
Таблица 1. Коэффициенты регрессии зависимости заболеваемости населения от изменения уровня показателей нарушения качества объектов среды обитания (сл./1000 тыс. населения на единицу изменения процента проб с нарушениями гигиенических нормативов)..... 1028
Таблица 2. Коэффициенты регрессии зависимости смертности населения от изменения уровня показателей нарушения качества объектов среды обитания (сл./1000 тыс. населения на единицу изменения процента проб с нарушениями гигиенических нормативов)..... 1033

Приложение 6 1036
Таблица 1. Коэффициенты регрессии зависимости заболеваемости населения от изменения уровня показателей нарушения качества объектов среды обитания (на сл./100 тыс. населения на единицу изменения показателя) для задач оценки результативности и эффективности деятельности Роспотребнадзора 1036
Таблица 2. Коэффициенты регрессии зависимости смертности населения от изменения уровня показателей нарушения качества объектов среды обитания (на сл./100 тыс. населения на единицу изменения показателя) для задач оценки результативности и эффективности деятельности Роспотребнадзора 1041

Приложение 7 1044
Анкета медико-социологического исследования 1044

ГЛАВА 5
МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РИСК-КОММУНИКАЦИЙ

5.1. Общие принципы, модель и субъекты риск-коммуникаций

Использование категорий «риск» и «рискогенность» как наиболее адекватно описывающих сущность современного социума характерно для многих как зарубежных, так и отечественных обществоведов. Еще в 1986 г. немецкий социолог и философ Ульрих Бек в своей работе «Общество риска. На пути к другому модерну» писал о «расшатывании закрепляющих жизнь осей» и «возникновении новой двусмысленной связи между шансами и рисками» [Бек У., 2000], позволяющих говорить о становлении общества нового типа – общества риска. В начале XX в. все большее внимание исследователей привлекали процессы «формирования новой социальной реальности, обладающей качествами сложного общества» [Кравченко С.А., 2014], в которой происходит зарождение «новых уязвимостей» и «усложнение рисков» [Кравченко С.А., 2013]. Россия называлась «обществом всеобщего риска», в котором нарастание больших и малых рисков, ожидание постоянных опасностей и рискозависимость становятся устойчивыми социальными практиками [Яницкий О.Н., 2004]. Пандемия COVID-19, глобальные социально-политические, экономические и экологические вызовы усилили правомерность трактовки риска как «доминирующей организующей концепции» [Якуничев Д.А., 2022] в современном обществе.

Наиболее успешной стратегией выживания в обществе риска является обязательное признание рисков, широкое освещение их причин, поддерживающих факторов, последствий и механизмов снижения, способное лишить риски «латентности» и «неотвратимости» [Бек У., 2000]. Причем речь идет об открытом обсуждении рисков в рамках всех наук на основе принципа трансдисциплинарности, дискуссии между всеми акторами рискового поля – субъектами и объектами риска, властью, населением, отдельными индивидами и социальными группами, то есть о риск-коммуникации, обеспечивающей коллективное знание о рисках и веру в их существование и выступающей базовым принципом, дающим возможности управления ими [Барг А.О., 2017b]. Конечной целью риск-коммуникации является коллегиальное решение относительно управления риском, принятое всеми участниками коммуникативного процесса.

Развитие теорий риск-коммуникаций начиналось с осознания колоссальной разницы между экспертным знанием о риске и обыденными представлениями о нем, а также недостаточного овладения информацией о риске лицами, принимающими решения [Fischhoff B., 1995]. Это повлекло за собой идею необходимости построения коммуникативных моделей риска, позволяющих равноправно участвовать в дискурсе всем заинтересованным лицам [Leiss W., 2004].

В настоящее время одной из ключевых теорий риск-коммуникации в сфере здоровья является подход В. Ковело [Covello V.T. et al., 1986], который позволяет характеризовать коммуникацию как целенаправленный обмен информацией между заинтересованными сторонами о значениях и уровнях рисков здоровью, а также о способах их снижения. Это предполагает, что все субъекты коммуникации обладают ка-

кой-либо информацией относительно рисков и заинтересованы в ее передаче другим и получении ответной реакции, обратной связи.

Основу процесса риск-коммуникации составляют взаимодействия различных акторов, институтов и практик, представляющих органы власти различного уровня, хозяйствующих субъектов и гражданское общество, в рамках которых осуществляется не только обмен информацией о рисках, но и ее анализ, а также разработка механизмов принятия управленческих решений по минимизации рисков и повышению их управляемости, и социальных технологий реализации данных механизмов [Бурганова Л.А. и др., 2019].

В качестве акторов (субъектов) процесса коммуникации рисков здоровью можно выделить пять групп:

1. Экспертное сообщество – лица, располагающие наиболее объективными данными о наличии рисков здоровью и их уровнях. К этой группе относятся специалисты по оценке риска, ученые, представители системы здравоохранения.

2. Население в целом и его отдельные группы, являющиеся объектами риска.

3. Средства массовой информации (СМИ).

4. Лица, принимающие решения (ЛПР), – представители органов государственной власти, местного самоуправления, в чьи функции входит управление рисками здоровью и их минимизация, а также администрация хозяйствующих субъектов.

5. Некоммерческие организации, в задачи которых входит содействию сохранению и укреплению здоровья населения.

В процессе коммуникации целью экспертного сообщества провозглашается преодоление информационного барьера между наукой и обществом, донесение в доступной форме всем заинтересованным сторонам подробных сведений о наличии и уровне риска здоровью и способах его снижения. Здесь необходимо отметить первую проблему, с которой сталкиваются все субъекты коммуникации. Кроме экспертного сообщества, с этой же целью или «прикрываясь» ею, в процесс коммуникации вступают так называемые «псевдоэксперты», не являющиеся действительными специалистами по рассматриваемым проблемам, но представляющиеся таковыми. Это, например, ведущие телевизионных ток-шоу, посвященных здоровью, или блогеры-инфлюэнсеры[1]. Они становятся популярными среди населения и дают определенные рекомендации, касающиеся рисков здоровью. Другим примером служат коммерциализированные сообщения в СМИ / интернете. Появление «псевдоэкспертов» стало возможным в силу феномена медикализации общества. С социокультурной точки зрения медикализация рассматривается как процесс проникновения медицины во многие сферы жизнедеятельности социума, ранее не имевшие к ней отношения. Это процесс, в котором состояние или поведение человека все больше начинает определяться как медицинская проблема, требующая медицинского решения [Боязитова А.Н., 2007]. Данное явление формирует особый тип осознания человеком своего существования посредством вхождения в речь медицинской терминологии, а в мышление – способов анализа присущих медицине. Такой феномен невероятно усиливает роль и авторитет эксперта-врача, который становится необходимым для реализации успешного существования, что рождает своего рода зависимость от него. Таким образом, люди становятся уязвимыми к неверным сведениям о рисках здоровью, получаемым от полупрофессионалов или непрофессионалов, играющих чужую роль, что само по себе является риском здоровью, так как искаженная информация может повлечь неадекватное поведения.

Приведем в качестве примера ситуацию с вакцинацией от COVID-19 в России в 2020–2021 гг. Согласно данным Всероссийской центра изучения общественного мнения (официальный сайт ВЦИОМ) в ходе опроса в ноябре 2021 г. лишь 28 % респондентов заявили, что относятся к массовой вакцинации россиян от коронавируса

[1] Под «инфлюэнсерами» подразумеваются пользователи социальных сетей (шире – интернета), ведущие блог и имеющие лояльную и обширную аудиторию.

«определенно положительно»[1], тогда как варианты ответа «отрицательно» и «скорее отрицательно» выбрали 32 % опрошенных. Причем, по сравнению с апрелем 2021 г., в ноябре доля негативно относящихся к вакцинации увеличилась на 15 %. Уровень готовности населения вакцинироваться был в России одним из самых низких среди всех стран мира. В декабре 2020 г. в ходе опроса ВЦИОМ 32 % россиян заявляли, что «точно не станут делать себе прививку вакциной от коронавируса», еще 20 % выбирали вариант «скорее не стану». Среди молодежи 18–24 лет доля однозначно отказывающихся от вакцинации составляла 43 %[2]. В качестве причин массового нежелания россиян прививаться можно назвать низкий уровень доверия официальным медицинским рекомендациям, слабую сформированность когнитивного компонента общественного мнения о безопасности вакцины [Рассказова Е.И. и др., 2021], обилие противоречивой и недостоверной информации о вакцинации в медиапространстве [Землянский А.В, 2021].

Помимо получения сведений о рисках непосредственно от экспертов и «псевдоэкспертов», транслирующих данные в основном через традиционные СМИ и социальные медиа, население пользуется неформальными каналами коммуникации: общение с родственниками, друзьями. И здесь уместно обозначить вторую проблему, тесно связанную с первой и заключающуюся в формировании определенного восприятия рисков населением («воспринимаемый риск»), которое очень часто отличается от реальных или установленных значений риска («фактического риска» или «исчисленного риска»). Коммуникаторы вольно или невольно интерпретируют, редактируют, отбирают, расставляют акценты в своих сообщениях в зависимости от формата вещания теле- или радиоканала, газеты, журнала или сайта, если коммуникатором является СМИ. В свою очередь, сами индивиды также склонны придавать своим суждениям оценочный характер, переосмыслять услышанное или увиденное и в конечном счете делиться друг с другом неким новым информационным продуктом. Это чем-то напоминает детскую игру в «глухие телефоны», что в конце концов приводит к неадекватному восприятию рисков здоровью: их значение может быть сильно заниженным или, наоборот, завышенным. Искажение восприятия рисков в ту или иную сторону обозначается как «чувство возмущения» [Sandman P., 1993]. Данная ситуация объясняется, *во-первых,* тем, что изначально в теории коммуникации были разработаны линейные модели, которые демонстрировали решение только одной задачи – донесение информации до адресата с целью повлиять на него, и, следовательно, коммуникация трактуется как процесс убеждения [Lasswell H.D., 1948]. Такие модели исключают обратную связь с реципиентом и, несмотря на развитие коммуникативной теории, по-прежнему остаются рабочим инструментом трансляторов информации, что часто обусловлено коммерческими интересами или элементарной некомпетентностью агентов. Таким образом, намеренно или ненамеренно провоцируется реакция возмущения, когда сообщение переполнено негативно окрашенными характеристиками риска здоровью (угроза, опасность, ущерб, урон и т.п.) и получатель воспринимает риск как значимый, «страшный» или, напротив, пассивно, равнодушно относится к объективно значимому риску, если в сообщении занижены или скрыты действительные его уровни. *Во-вторых*, в настоящее время размывается граница между СМИ и потребителями ее информации (демократизация СМИ [Mosko V. et al., 1988]), в частности вследствие их интегрированности в интернет. Существование огромного количества форумов, сайтов и групп в социальных сетях, посвященных проблемам здоровья, делает обычного человека участником и создателем информационного пространства, сопоставимого с пространством традиционных СМИ.

Исходя из сказанного, модель риск-коммуникации в сфере здоровья может быть представлена следующим образом (рис. 5.1.1).

---

[1] ВЦИОМ. Официальный сайт [Электронный ресурс]. – URL: https://wciom.ru (дата обращения: 15.08.2023).

[2] Там же.

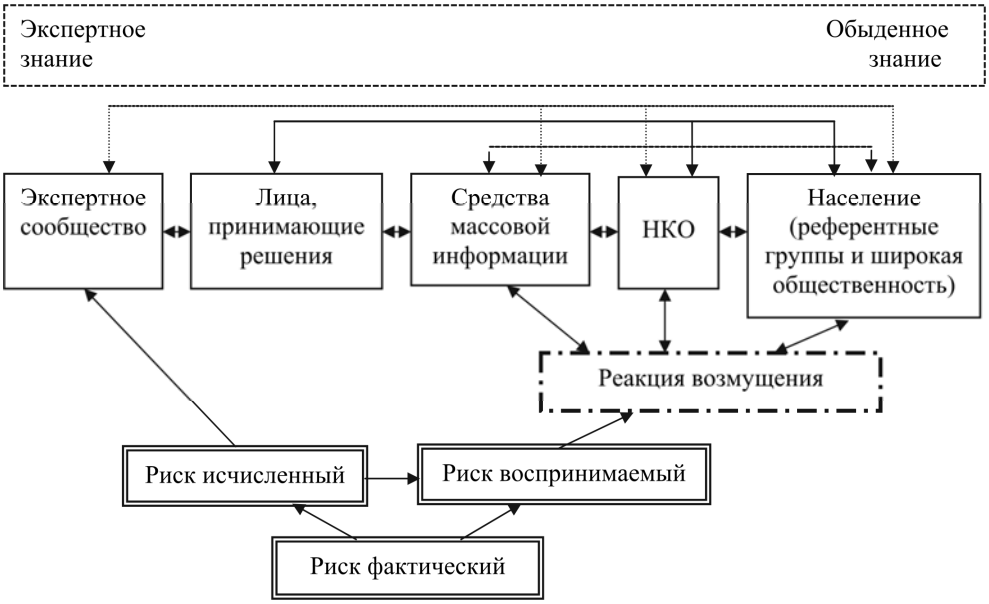


Рис. 5.1.1. Модель риск-коммуникации в сфере здоровья [Лебедева-Несевря Н.А., 2014]

Из рис. 5.1.1 видно, что все участники риск-коммуникации являются носителями информации и ее трансляторами одновременно. При определении наличия какого-либо риска здоровью («риск фактический») экспертное сообщество, обладающее специальными знаниями и навыками, устанавливает его уровни («риск исчисленный»). Надо отметить, что эксперты и ЛПР, как правило, имеют дело с результатами количественной оценки риска, чего нельзя утверждать относительно всех остальных субъектов риск-коммуникации, которые сталкиваются уже с «риском воспринимаемым», т.е. с информацией, прошедшей через межличностные неформальные коммуникации, редакцию различных СМИ и некоммерческих организаций. Поэтому сообщения доходят до населения сквозь призму «реакции возмущения», усиливающей или преуменьшающей значения рисков. Результатом сочетания социокультурных ценностей и стереотипов, которые характерны для общества и социальных групп и формируемого субъектами процесса коммуникации информационно-дискурсивного поля, является реакция возмущения.

Иллюстрацией могут послужить данные опросов ВЦИОМ о продуктах питания, содержащих генетически модифицированные организмы (ГМО). Летом 2018 г. 79 % опрошенных россиян согласились с утверждением, что «генно-модифицированные продукты питания (содержащие ГМО) – крайне опасны для организма человека. Однако от населения скрывают эту информацию». Летом 2022 г. 44 % россиян заявили, что продукты питания, содержащие генетически модифицированные организмы (ГМО), вызывают рак. За несколько лет до этого, осенью 2014 г., 83 % респондентов высказывались за поддержку запрета генно-модифицированных продуктов питания на территории РФ. В качестве основных причин поддержки назывались «большой вред здоровью», недостаточная изученность влияния таких продуктов на организм человека, содержание значительного количества «вредных добавок».

В 2005 г. ВЦИОМ проводил опрос экспертов по теме ГМО, и это дополнение данных всероссийского массового опроса служит отдельным примером того, насколько сильно влияние общей направленности дискуссии между всеми субъектами коммуникации на формирование реакции возмущения, итогом чего является неадекватность восприятия рисков. Так, было опрошено 200 экспертов, которым задали один вопрос:

«Поддерживаете ли Вы запрет на выращивание генетически модифицированных организмов в России до тех пор, пока окончательно не будет выяснено, может ли это оказать вредное влияние на здоровье людей и экологию?» В качестве экспертов выступили, во-первых, фермеры и работники агропромышленной сферы, среди которых утвердительный ответ дали 68 % респондентов, отрицательный – 14 %, во-вторых, менеджеры продуктовых магазинов, ответившие положительно в 74 % случаев (12 % негативных ответов), в-третьих, врачи, поддержавшие запрет в 86 % случаев против несогласных 12 %, в-четвертых, депутаты, государственные служащие (чиновники) в сфере здравоохранения и сельского хозяйства – 76 % ответов «полностью поддерживаю» и «скорее поддерживаю».

Следует обратить внимание на выбор представителей экспертного сообщества. Очевидно, что менеджеры продуктовых магазинов не могут его представлять, и их взгляды вряд ли отличаются от позиции рядового россиянина. Более компетентными представляются врачи и некоторые представители агропромышленной сферы, но удивляет отсутствие специалистов генной инженерии, микробиологов и т.п. Тем не менее видно, как наравне с широкими массами населения люди, находящиеся на другом уровне информированности, поддаются всеобщим «паническим» настроениям.

Для лиц, принимающих решения, результаты подобных исследований выступают не только маркером общественных настроений и информированности населения относительно риска, которые служат основой создания программ по информированию, но и в целом показывают, как происходит процесс коммуникации. Экспертное сообщество (ученые, представители органов по оценке риска и пр.) предоставляет материалы по оценке риска лицам, принимающим решения, и на их основе выстраиваются стратегии мер по снижению риска и информированию о нем граждан, СМИ и НКО. Последние, в свою очередь, реализуют функцию информирования населения. Однако население не остается лишь пассивным получателем и потребителем поступающих сведений. Оно активно участвует в процессе риск-коммуникации посредством неформальных коммуникационных каналов, создавая дискурсивные поля без институционального вмешательства. Также население, реагируя на полученную от всех коммуникаторов риска информацию, становится субъектом обратной связи, выступая в роли социального актора, в свою очередь обращающегося посредством СМИ и социальных медиа к ЛПР. Например, в социальной сети «ВКонтакте» созданы инициативные сообщества, обсуждающие тему генно-модифицированных продуктов и их влияния на здоровье человека: «Мы против генно-модифицированных продуктов!!!», «Генно-модифицированные продукты», «Самые вредные и опасные продукты и пищевые добавки. Генетически модифицированные продукты питания», «Мы за маркировку ГМО-продуктов».

Результаты социологических исследований показывают, что в целом общество хорошо знакомо с обсуждением рисков здоровью и сформировало устойчивое мнение относительно их значимости. Так, по данным другого опроса ВЦИОМ, проведенного в апреле 2019 г., основными причинами болезней у себя и своих родственников респонденты считают «приходится слишком много работать, много беспокойства и тревог» (33 % респондентов), «не хватает средств на предупреждение болезней, лечение, лекарства» (28 %), «возраст, много лет не удается отдохнуть, подлечиться» (25 %). Интересно, что по сравнению с началом 2000-х гг. структура причин болезней в оценках россиян несколько изменилась. Так, в 2006 г. 41 % опрошенных в качестве одной из ведущих причин ухудшения здоровья назвали «плохую окружающую среду, испорченную природу», а в 2019 г. данный вариант ответа выбрали 18 % респондентов.

В рамках разработки стратегий риск-коммуникаций необходимо уделять особое внимание вопросам приемлемости риска для общества, социальной группы, индивида. Понимание приемлемости риска в том, что его уровень не вызывает беспокойства индивида [Кузьмин И.И., 2005], и это можно обеспечить только с учетом социальных и экономических соображений [Елохин А.Н., 2004], требует анализа вопроса приемлемости риска для здоровья как социальной проблемы, по сути трансформируя данный вопрос в проблему социальной приемлемости риска.

Приемлемость риска для индивида есть результат его субъективного восприятия, выражающийся в интерпретации риска как допустимого на данный момент времени. Это означает, что индивид не просто соглашается с тем, что некое негативное событие определенной тяжести может произойти с некоторой вероятностью, но принимает эту возможность, т.е. «берет на себя риски». Причины подобного принятия могут лежать как в области субъективной низкой оценки вероятности события или его низкой значимости для индивида, так и в области преимуществ, которые сопутствуют данному негативному событию.

Проиллюстрируем приемлемость индивидуального риска на примере результатов исследования субъективной приемлемости риска, связанного с влиянием загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения крупного промышленного города. Метод сбора данных – online-опрос жителей г. Перми в возрасте 18 лет и старше, объем выборочной совокупности 170 человек, время проведения полевого этапа – ноябрь 2021 г. Респондентам задавался вопрос «Насколько для вас лично приемлемы или неприемлемы риски, связанные с загрязнением атмосферного воздуха в районе вашего проживания?». Уровень приемлемости предлагалось оценить по 7-балльной шкале, где 1 – полностью неприемлемы, 7 – полностью приемлемы. Анализ результатов опроса показал, что в среднем уровень приемлемости составляет 3,3 балла (медиана распределения 3 балла, мода 4 балла). На 1 балл уровень приемлемости оценили 17 % опрошенных, на 2 – 14 %, на 3 – 21 %, на 4 – 31 % респондентов. Варианты «5», «6» и «7» баллов суммарно выбрали лишь 17 % пермяков.

Результаты опроса показали, что «плохое» качество атмосферного воздуха могло бы побудить переехать в другой, более чистый район города 52 % респондентов, за город, в пригород – 48 %, в другой город края – 21 %, в другой регион России – 31 %. На вопрос «Некоторые люди хотели бы уехать за город, в деревню, где воздух чище, а другие готовы мириться с загрязненным воздухом, потому что хотят жить в большом городе. Вы себя относите скорее к первым или ко вторым?» большинство респондентов (56 %) отнесли себя ко второй категории, что говорит о компенсаторном значении города как системы для жизни относительно факторов риска, сопряженных с проживанием в нем. В целом мотивационные факторы, определяющие возможный высокий уровень приемлемости в отношении внешнесредовых рисков, могут иметь экономическое, культурное, социальное или психологичное происхождение [Барг А.О. и др., 2010е].

Приемлемость риска с позиции социальной группы или общества в целом означает не только оценку соотношения уровня риска и экономических и прочих затрат на его снижение, но и оценку особенностей восприятия уровня риска различными социальными группами и допустимость, с их точки зрения, возможного ущерба. Именно этот тезис лежит в основе концепции интегральной приемлемости риска. Термин «интегральный» отражает здесь учет интересов и мнений всех субъектов коммуникации риска. Именно это предполагает определение, лежащее в основе концепции приемлемого риска, впервые принятой в качестве основы управления на национальном уровне в Нидерландах в 1989 г. [Быков А.А. и др., 2004]: «Приемлемый риск – это уровень риска, с которым общество готово мириться для получения определенных благ и выгод в результате своей деятельности» [Малков А.В., 2003]. Использование термина «общество» подразумевает согласование позиций государства и обычных граждан, хозяйствующих субъектов и населения территорий, некоммерческих организаций и экспертов относительно допустимости риска. Однако декларирование необходимости подобного согласования не всегда находит практический выход. Установление уровня приемлемого риска (в том числе – для здоровья населения) является результатом политического консенсуса, учета мнений лоббистских групп, крупных промышленных предприятий, но не социальных групп, выступающих потребителями риска. Подобная ситуация определила возможность введения категории «социальная приемлемость риска», противопоставляемой приемлемости риска с позиции субъектов управления, и интерпретации риск-коммуникации как механизма согласования позиций для определения социально приемлемого уровня риска [Мозговая А.В., 2010].

Таким образом, риск-коммуникация в сфере здоровья представляет собой особый тип социального взаимодействия, предполагающий информационный обмен между различными акторами рискового поля (в том числе производителями, носителями и потребителями риска) по поводу источников, факторов, уровня риска для здоровья населения, приемлемости риска и возможностей управления им, имеющий целью согласование позиций, нахождение консенсуса и / или разрешение социального конфликта по поводу риска [Барг А.О., 2017a]. Эффективность коммуникации рисков для здоровья определяется следующими параметрами:

1) готовность и способность субъектов риск-коммуникации к конструктивному диалогу;

2) способность экспертного сообщества донести информацию о рисках до различных социальных групп и институтов;

3) специфика реакции возмущения;

4) соотношения риска реального, риска исчисленного и риска воспринимаемого.

5.2. Методы оценки и учета восприятия рисков для здоровья различными социальными группами

Анализируя данные социологических исследований по проблемам рисков здоровью, их осознанности населением, особенностей их восприятия, нельзя не вспомнить большой труд австрийского социолога П. Бергера и американского теолога Т. Лукмана «Социальное конструирование реальности». В нем обсуждаются три диалектических момента социальной реальности: общество как человеческий продукт, общество как объективная реальность и человек как социальный продукт [Бергер П. и др., 1995]. В этом ракурсе можно рассматривать любые социальные явления, в том числе риск.

Риск продуцируется человеком. Например, созданное в Германии 1954 г. седативное средство Thalidomide, не прошедшее должной проверки, но широко распространенное фармацевтическими компаниями по всему миру, спровоцировало всплеск рождения детей с врожденными пороками. Несколько лет препарат считался безопасным, не имеющим побочных эффектов, причем экспертное сообщество поддерживало точку зрения компании-производителя. Это позволяет говорить о сгенерированном в процессе человеческого взаимодействия риске здоровью, который приобрел характер объективной реальности. С другой стороны, при обнаружении тяжелого негативного воздействия лекарства на плод, возникший объективный риск здоровью стал восприниматься, наполняться различными смыслами и значениями, интерпретироваться на уровне индивидуального и группового сознания, что позволяет говорить о нем как о социальном конструкте. То есть рассматривается уже не сам риск как таковой, а некое коллективное знание о нем, которое, в свою очередь, формирует индивидуальные, субъективные представления о вероятности наступления неблагоприятного события.

Акторами процесса конструирования рисков для здоровья выступают не только индивиды, но и социальные группы, организации и институты. Например, формирование СМИ реакции возмущения является примером конструирования риска.

Говоря о восприятии рисков здоровью, прежде всего, нужно учитывать тот факт, что человек обладает набором суждений, представлений и установок относительно риска и его последствий [Гаврилов К.А., 2007], определяющим, оценит ли индивид будущую ситуацию как опасную и как он «рассчитает» ее вероятность. Если негативные последствия оцениваются как значимые, индивид реализует самосохранительное поведение, если же оценка последствий, преломляясь через особенности восприятия конкретного социального субъекта (часто воспринимающего риск неадекватно, завышающего или занижающего вероятность наступления или величину негативных последствий), приводит к выводу о незначительности ущербов или их отсутствию, то индивид будет реализовывать рисковое поведение [Барг А.О., 2010d].

Таким образом, для того, чтобы иметь возможность говорить о методах оценки и учета восприятия рисков для здоровья различными социальными группами, необходимо ответить на вопрос, из чего складываются их суждения, представления и установки. Во-первых, источником может выступать принадлежность к культурам и субкультурам [Douglas M. et al., 1982], во-вторых, личный опыт индивида, социальное окружение индивида, социальные контексты [Thompon M. et al., 1990], в-третьих, сложившаяся система ценностей и предпочтений [Dietz T. et al., 1996] и т.д.

Если проанализировать основную долю подходов к процессу формирования восприятия рисков, то можно представить модель факторов, их определяющих (рис. 5.2.1).

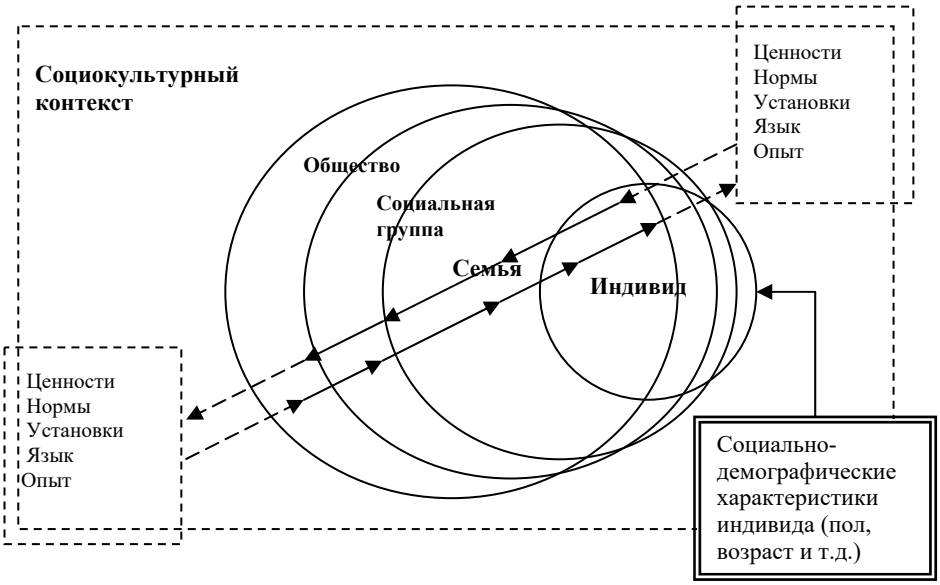


Рис. 5.2.1. Модель факторов, определяющих восприятие риска

Исходя из данной модели (рис. 5.2.1) и основываясь на результатах социологических исследований, можно создать план построения исследовательского инструмента, который позволит выявлять и производить учет особенностей восприятия.

1. Необходимо получить сведения о социально-демографических характеристиках индивида (пол, возраст, образование, профессия, семейное положение, наличие / отсутствие детей, доход, национальность, этническая и религиозная принадлежность). Эти объективные параметры воспринимающего риск человека демонстрируют его социальный статус, основные роли, принадлежность к какой-либо культуре, частично дают возможность представить социальное окружение, принадлежность к определенной социальной группе.

Приведем примеры того, как некоторые из указанных характеристик влияют на восприятие. В декабре 2021 г. специалистами Федерального научного центра медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения был проведен онлайн-опрос населения г. Красноярска (объем выборочной совокупности 545 человек). Респондентам задавался вопрос об уровне обеспокоенности различными аспектами жизнедеятельности (формулировка вопроса «Боитесь ли Вы и в какой мере…?», варианты ответа «совершенно не боюсь», «скорее не боюсь», «иногда боюсь, иногда нет», «скорее боюсь», «постоянно испытываю страх»). В табл. 5.2.1 показаны результаты анализа связи (с помощью критерия V Крамера) уровня обеспокоенности и социально-демографических характеристик респондентов.

Таблица 5.2.1

Статистически значимые связи беспокойства с социально-демографическими характеристиками респондентов

Переменная	Значение коэффициента корреляции	Значимость *p*	Интерпретация
Пол			
Болезнь близких	0,238	0,000	Статистически значимая слабая связь
Болезнь, инвалидность	0,188	0,001	Статистически значимая очень слабая связь
Ухудшение политической ситуации	0,140	0,031	Статистически значимая очень слабая связь
Ухудшение экономической ситуации	0,154	0,012	Статистически значимая очень слабая связь
Ухудшение состояния окружающей среды	0,190	0,001	Статистически значимая очень слабая связь
Образование			
Потеря работы	0,122	0,018	Статистически значимая очень слабая связь
Доход			
Ухудшение политической ситуации	0,156	0,000	Статистически значимая очень слабая связь
Бедность	0,120	0,044	Статистически значимая очень слабая связь
Возраст			
Старость	0,121	0,044	Статистически значимая очень слабая связь
Одиночество	0,137	0,009	Статистически значимая очень слабая связь

Как видно из данных табл. 5.2.1, существуют достоверные различия между мужчинами и женщинами в уровне обеспокоенности такими угрозами, как «болезнь близких», «болезнь, инвалидность», «ухудшение политической ситуации», «ухудшение экономической ситуации».

Ухудшение состояния окружающей среды как один из источников рисков для здоровья тревожит женщин сильнее, чем мужчин. Для анализа двух независимых выборок (мужчины и женщины, распределения отклоняются от нормального) в распределении переменной «Беспокойство по поводу ухудшения состояния окружающей среды» был использован критерий Манна – Уитни. Результаты проведения теста показаны в табл. 5.2.2.

Таблица 5.2.2

Тест Манна – Уитни в сравнении мужчин и женщин, имеющих страх ухудшения состояния окружающей среды

Пол	Средний ранг
Мужчины	258,28
Женщины	287,14

Большему значению переменной в шкале вопроса соответствует большее беспокойство (1 – «совершенно не боюсь», 5 – «постоянно испытываю страх»). Соответственно, более высокий средний ранг у женщин выражает большую обеспокоенность.

Статистически значимы различия в уровне обеспокоенности респондентов с неодинаковым уровнем дохода бедностью, а людей разного возраста – старостью и одиночеством (чем старше человек, тем сильнее он боится старости. Молодежь боится старости меньше, чем люди среднего возраста, и значительно меньше, чем опрошенные пенсионного возраста) [Лебедева-Несевря Н.А. и др., 2022].

Возраст оказывает влияние и на общую ценность здоровья. С увеличением возраста увеличивается его ценность. Респонденты старших возрастов уделяют здоровью большее внимание, что выражается в ответственном медицинском поведении (прохождение профилактических осмотров, выполнение рекомендаций врачей). Среди людей, имеющих детей, с увеличением возраста растет степень их ответственности за здоровье ребенка. Так, более старшие родители (независимо от возраста детей) чаще демонстрируют грамотное медицинское поведение (например, регулярно сдают необходимые анализы ребенка для своевременной диагностики наследственных заболеваний).

2. Требуется выявить индивидуальные установки и тип поведения относительно здоровья (самооценка здоровья, степень персональной ответственности за него, активность / пассивность в реализации самосохранительного поведения).

Результаты социологического опроса населения Пермского края [Зайцева Н.В. и др., 2010] показали, что существует зависимость восприятия поведенческих рисков от установок и типа поведения индивида. С одной стороны, если собственное здоровье оценивается человеком как хорошее и ключевая роль в его поддержании отводится индивидуальным действиям, то поведенческие риски оцениваются как более опасные, а в повседневной жизни доминируют активные поведенческие практики. С другой стороны, при низкой степени персональной ответственности за собственное здоровье и негативной характеристике его состояния восприятие поведенческих рисков не вполне адекватно, риски недооцениваются, а человек пассивен в реализации самосохранительного поведения. Это иллюстрируют материалы исследования, проведенного в качественной традиции в г. Перми. Так, респондентка Ш., 44 года, удовлетворенная своим здоровьем *(«Я абсолютно здорова, 100 %»*[1]*)* и чувствующая высокую степень ответственности за свое здоровье *(«Почти полностью мое здоровье зависит от меня»),* воспринимает поведенческие риски как крайне значимые *(«Чтобы быть здоровым нужны физкультура, спорт, полезная пища. Иммунитет укреплять надо, интересоваться причинами болезней, симптомами. Вовремя меры принимать»)* и, как следствие, реализует здоровый образ жизни («*очень много двигаюсь», «не пью, не курю», «натуральную пищу кушаю, витаминизированную», «на работе когда надо всегда вовремя прохожу медицинский осмотр»).* Другая участница опроса, респондентка С., 41 год, рассуждая о слабости своего здоровья (*«Я далеко не здоровый человек, потому что “тут болит, там болит”»),* склонна видеть причину сложившейся ситуации в низкой эффективности института здравоохранения («*Для профилактики они считают пустой тратой времени и для себя и для пациентов, и не стесняются открыто говорить об этом», «прививки … ставят неправильно, для галочки»)* и влиянии внешнесредовых факторов *(«У нас довольно грязно в городе, может плохо сказаться на здоровье, бег по утрам тут не поможет», «Чтобы быть здоровым нужен чистый воздух, хорошая экология обязательно»),* а влияние собственных действий на здоровье недооценивать (*«Курю сейчас, хотя бросала и не курила. Не скажу, что было лучше»).*

3. Нужно провести сравнительную характеристику актуализированных потребностей человека (т.е. определить, что важнее – здоровье, благосостояние, профессиональная состоятельность, спокойствие, отсутствие перемен и т.п.).

Важным фактором, определяющим неадекватное восприятие рисков для здоровья, является наличие или отсутствие выгод, связанных с риском, что сопряжено с удовлетворением той или иной потребности. Например, внешнесредовые риски, обу-

[1] Сохраняется формулировка, орфография и пунктуация авторов.

словленные проживанием в зоне высокой техногенной нагрузки, могут субъективно компенсироваться хорошей транспортной доступностью района, его центральным местоположением, близостью к объектам социальной инфраструктуры и т.п.

В ходе социологических опросов населения Пермского края, проведенных в 2010 и 2015 гг. респондентам задавались проективные вопросы *«Если бы Вам предложили переехать в другой район – отдаленный, но с благоприятной экологической обстановкой. Вы бы согласились?»* и *«Если бы Вам предложили очень хорошую, большую квартиру, расположенную близко к работе (к школе), но в экологически неблагополучном, загрязненном районе, Вы бы согласились?»)*. Анализ результата опроса 2015 г. показал, что больше половины опрошенных переехали бы жить в экологически благоприятные районы, если бы им представилась такая возможность. Но только пятая часть согласна сделать это безоговорочно, остальные – при определенных условиях, в числе которых хорошая транспортная доступность района, большая квартира и т.п. Ни при каких условиях не хотели бы переезжать 37 % респондентов в 2015 г. (в 2010 г. таких ответов 17 %, переезд с определенными условиями устроил бы 51 % опрошенных). Показательно, что опрошенные второй группы характеризуют экологическую ситуацию в месте своего проживания как более благополучную по сравнению с респондентами первой группы [Барг А.О., 2017а].

4. Желательно определить уровень институционального доверия (доверие к институтам здравоохранения, СМИ, образования и т.д.).

Высокий уровень запущенности заболеваний во многом обусловлен несвоевременным обращением к врачу, «недолечиванием», игнорированием профилактических обследований, т.е. низкой медицинской активностью и безответственным медицинским поведением населения *(«К врачу – только в очень запущенном случае и в основном это гинекология» (К., 34 года), «К врачам не хожу. Диспансеризация была, ни к одному врачу не пошла» (Д., 24 года)).* Недооценка значимости рисков, формируемых подобным типом поведения, в значительной мере обусловлена низким уровнем доверия институту здравоохранения, которое складывается при взаимодействии с медицинским персоналом, врачами, нахождении в лечебно-профилактических учреждениях (*«Мне не нравится ходить по больницам, меня раздражают очереди в поликлиниках, не нравится отношение врачей», «Я доверяю всем врачам … потом понимаю, что я напрасно это делаю … Два врача в течение двух дней ставят совершенно разные диагнозы»)*.

Результаты опроса, проведенного Левада-Центром[1] весной 2022 г. показали, что среди респондентов, не доверяющих врачам, доля негативно относящихся к вакцинации была достоверно выше, чем среди тех, кто врачам доверял. Так, среди лиц, не доверяющих врачам, 54 % согласились с высказыванием «в целом прививки приносят больше вреда, чем пользы», тогда как в группе доверяющих с этим согласились лишь 26 % (официальный сайт Левада-Центра).

5. Следует представить степень информированности о факторах риска и практике антириска, обеспечивающей сопротивляемость человека вредным воздействиям внешней экологической и социальной среды.

Опрос населения Пермского края в 2010 г. показал, что большинство респондентов (72,5 %) считают, что отказ от вредных привычек – курения, злоупотребления алкоголем поможет уберечься от сердечно-сосудистых заболеваний в первую очередь, в то время как правильное питание, отказ от продуктов с высоким содержанием холестерина в качестве фактора антириска отмечают лишь 33,6 %, а избегание стрессов, нервного напряжения – 37,0 % опрошенных. В отношении онкологических заболеваний восприятие более адекватное: в 50,9 % случаев респонденты полагают, что ведущий фактор антириска возникновения рака – прохождение профилактических осмотров, своевременное обращение к врачу, в 56 % случаев опрошенные отмечают отказ от вредных привычек – курения, злоупотребления алкоголем. Одна-

[1] АНО «Левада-Центр» внесена Минюстом в реестр некоммерческих организаций, выполняющих функции иностранного агента (№ 630).

ко население недооценивает правильное питание, отказ от продуктов с высоким содержанием холестерина (отмечено только 24,3 %) и избегание стрессов, нервного напряжения (отмечено 34,5 % респондентов) в качестве факторов антириска.

6. Необходимо выяснить отношение индивида к факторам риска различной природы.

Характерной особенностью восприятия рисков здоровью является переоценка значимости внешнесредовых факторов риска при недооценке значимости факторов образа жизни. Согласно современным научным представлениям [Лисицын Ю.П., 2010], совокупный вклад факторов образа жизни в показатели здоровья человека составляет 50–55 %, а факторов внешней среды (загрязненность воздуха, почвы, воды, радиационные, магнитные и другие излечения) – 20–25 %. Среди опрошенных жителей Пермского края адекватно оценивают роль данных факторов в формировании здоровья человека только четверть респондентов. Коэффициент асимметрии распределения ответов при оценке значимости внешнесредовых факторов составил (-) 0,511 (сдвиг в сторону больших значений), при оценке факторов образа жизни – 0,687 (сдвиг в сторону меньших значений). Роль генетических факторов в формировании здоровья человека также большинством опрошенных воспринимается неправильно – 33,5 % занижают значение наследственной предрасположенности в детерминации заболеваний, 25,5 % – завышают, 10,5 % респондентов затрудняются оценить вклад данных факторов. Наблюдаемое расхождение объективных и субъективных суждений в отношении роли различных факторов риска обусловлено, в первую очередь, природой риска – тем, добровольный или принудительный характер он носит, и какова степень подконтрольности риска индивиду. «Вынужденный, неподконтрольный риск воспринимается как более опасный» [Коган Н., 2008].

Особенности восприятия социально детерминированных и внешнесредовых рисков для здоровья детей дошкольного возраста устанавливались на основе анализа результатов другого опроса, проведенного сотрудниками ФБУН «Федерального научного центра медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» весной–летом 2010 г. [Лебедева-Несевря Н.А., 2014] в шести муниципальных образованиях Пермского края (г. Пермь, Краснокамск, Чусовой, п. Ильинский, с. Уинское, с. Частые). Опрошено 642 человека, метод – раздаточное анкетирование родителей детей дошкольного возраста, посещающих детские образовательные учреждения. Тип выборки – вероятностная, кластерная (доверительная вероятность 95 %, доверительный интервал ± 4 %).

Анализ результатов исследования показал недооценку родителями детей дошкольного возраста значимости поведенческих факторов риска для здоровья на фоне повышенной обеспокоенности внешнесредовыми рисками. Так, индекс факторной нагрузки[1], демонстрирующий направленность общественного мнения при оценке потенциала влияния различных факторов риска на здоровье детей, по факторам «загрязненность воды» и «загрязненность воздуха» составляет 0,94 и 0,91 соответственно (при максимальном уровне 1). По фактору «неправильное питание» значение указанного индекса составило 0,76, по фактору «несоблюдение ребенком

[1] Индекс факторной нагрузки (I) указывает на соотношение численности групп, имеющих противоположные оценки значимости потенциального воздействия фактора на здоровье ребенка. Рассчитывается по формуле $I = \frac{(n_1 + n_2 - n_3 - n_4)}{n}$, где n_1 – число респондентов, указавших вариант «очень сильное воздействие», n_2 – «скорее сильное воздействие», n_3 – «скорее слабое воздействие», n_5 – «очень слабое воздействие», n – общее число респондентов, давших валидный ответ. Значение индекса изменяется в пределах [-1; 1]. Положительное значение индекса указывает на преобладание в изучаемой группе респондентов, полагающих, что фактор оказывает негативное воздействие с интенсивностью выше среднего; отрицательное – на преобладание тех, кто считает, что отрицательное влияние фактора на здоровье ребенка скорее или очень слабое; значения, близкие к 0 указывают на примерно равное соотношение численности двух групп.

правил личной и бытовой гигиены» – 0,72, а по фактору «несоблюдение ребенком режима дня» – только 0,38 (табл. 5.2.3).

Таблица 5.2.3

Значения индексов факторной нагрузки

№ п/п	Фактор риска	Значение индекса
1	Загрязненность воды	0,94
2	Загрязненность воздуха	0,91
3	Неправильное питание	0,76
4	Несвоевременное обращение к врачу	0,76
5	Неблагоприятный психоэмоциональный климат в семье	0,74
6	Несоблюдение правил личной и бытовой гигиены	0,72
7	Недостаточное пребывание на свежем воздухе	0,72
8	Недостаточная двигательная активность	0,71
9	Неблагоприятные условия быта	0,59
10	Мусор, грязь на улицах	0,58
11	Несоблюдение режима дня	0,38
12	Высокий уровень шума	0,37
13	Пребывание в коллективе детского сада	-0,63

При незначительности доли респондентов, дающих в целом низкие оценки потенциала негативного воздействия загрязненности атмосферного воздуха и питьевой воды на здоровье ребенка (4,5 и 2,8 % соответственно), процент родителей, склонных занижать возможный отрицательный эффект действия поведенческих факторов, представляется крайне тревожным. Так, 12 % опрошенных полагают, что неправильное питание не способно оказать значимого воздействия на здоровье ребенка; 14,4 % опрошенных делают аналогичные заключения относительно низкой двигательной активности, 19 % – относительно неблагоприятных условий быта.

Среди поведенческих факторов риска, предложенных родителям для оценки в ходе анкетного опроса, наименьший потенциал негативного воздействия был установлен для фактора «несоблюдение режима дня». Так, 30,6 % опрошенных заявили, что возможное влияние этого фактора «очень слабое» (4,6 %) или «скорее слабое» (26,1 %). Установлено недостаточное осознание родителями того, что нерационально построенный режим жизнедеятельности детей способен привести к интеллектуально-физическим и психоэмоциональным перегрузкам. Среди ответов на открытый вопрос *«Какие негативные последствия для здоровья ребенка имеет систематическое нарушение режима дня?»* преобладали неконкретные высказывания типа *«будут болезни», «различные нарушения», «проблемы со здоровьем»,* в редких случаях респонденты предлагали такие варианты как *«нервозность», «раздражительность», «эмоциональное неустойчивость»* и т.п. Значительная доля опрошенных затруднились ответить на поставленный вопрос.

Результаты исследований [Гарбузов В.И. и др., 1977] показывают, что неблагоприятная психологическая атмосфера, отрицательный внутрисемейный климат, напряженный характер взаимоотношений между членами семьи не только определяют психологическое нездоровье ребенка, но и влияют на показатели его общего развития, провоцируют нарушения сна, питания и т.п. В ходе опроса 13,2 % респондентов, тем не менее сказали, что психоэмоциональный фон в семье не способен оказать значимого влияния на здоровье ребенка, что свидетельствует о недостаточной информированности родителей о психогигиенических аспектах воспитания детей дошкольного возраста.

В семьях, где хотя бы один из родителей имеет высшее образование, потенциал негативного влияния напряженного психоэмоционального микроклимата на здоровье ребенка оценивается как более значимый. Так, в группе, где оба родителя

с высшим (в том числе незаконченным) образованием, 84 % полагают, что данный фактор способен оказать очень сильное влияние на здоровье ребенка, тогда как варианты «скорее слабое» и «очень слабое воздействие» выбрали лишь 1,6 % опрошенных. В группе, где оба родителя имеют образование ниже незаконченного высшего, вариант ответа, маркирующий наибольшую степень влияния фактора, выбрали 63 % опрошенных, а варианты, отражающие низкий и очень низкий уровни влияния, – 18,3 %. Коэффициент корреляции переменных «уровень образования родителей» и «оценка потенциала негативного влияния неблагоприятного психоэмоционального климата в семье на здоровье ребенка» составил 0,223 (слабая корреляция), $p < 0{,}001$.

Несмотря на то, что большинство родителей (87,4 %) уверены в способности неправильного питания оказывать значительное негативное воздействие на здоровье ребенка (в том числе 53,5 % характеризуют данное влияние как «очень сильное»), уровень информированности респондентов в вопросах рационального питания детей нельзя назвать в полной мере адекватным. Так, 45,2 % опрошенных уверены, что хлебобулочные изделия не должны включаться в ежедневный рацион ребенка дошкольного возраста; 47,8 % родителей убеждены, что крупы и макаронные изделия следует исключить из ежедневного рациона; 54,5 % полагают излишним ежедневное употребление ребенком куриных яиц, 27,7 % – рыбы. Ответы на открытый вопрос *«Какие негативные последствия для здоровья ребенка имеет систематическое нарушение режима питания и несоблюдение рациона питания?»* носили преимущественно общий характер: *«нарушения здоровья», «различные заболевания», «болезни», «проблемы со здоровьем»,* реже давались более конкретные ответы *«заболевания желудочно-кишечного тракта», «сбой в работе пищеварения», «нарушения со стороны пищеварительной системы»* и т.п.

Недооценка родителями значимости влияния на здоровье ребенка тех или иных факторов риска приводит к реализации поведенческих практик, не соответствующих принципам самосохранительного поведения.

В группе опрошенных 29,7 % родителей сказали, что им часто или постоянно не удается уложить ребенка спать во время, еще 28 % отметили, что с подобными трудностями они сталкиваются «иногда, время от времени». Самая частая причина нарушения режима сна заключается в гиперактивности, излишней возбужденности ребенка перед сном (данную причину указали 46,3 % родителей).

Свыше трети родителей (35,2 %) отметили отсутствие у ребенка вне детского сада установленного режима питания, заявив, что ребенок питается *«когда захочет»* или *«как получится».* Для многих родителей нормальным представляется систематическое включение в рацион ребенка «вредных» продуктов питания. Так, 44,9 % опрошенных указали, что их ребенок часто или постоянно употребляет в пищу колбасные изделия, 39,6 % – майонез и кетчуп, 16,2 % – шоколадные батончики; 12 % родителей регулярно покупают своему ребенку жевательную резинку, 9,3 % – сладкую газированную воду, 8,4 % – «чупа-чупсы». Существует слабая отрицательная корреляция между уровнем образования родителей и частотой включения в рацион ребенка «вредных» продуктов питания. Например, в семьях, где оба родителя имеют высшее образование, сладкая газированная вода никогда не включается в рацион питания ребенка в 56,3 % случаев, а в семьях, где оба родителя без высшего образования, аналогичное поведение реализуют только 30,4 % респондентов (r = (-) 0,199, $p < 0{,}001$).

Для характеристики распространенности поведенческих факторов риска, связанных с двигательной активностью, изучались вопросы, касающиеся привития ребенку навыков физической культуры: утренняя зарядка, физкультурные упражнения на развитие отдельных мышечных групп, занятия в спортивных секциях. Установлено, что дети в 43,5 % случаев не выполняют в домашних условиях утреннюю гимнастку (при этом родители сами разрешают ребенку зарядкой пренебрегать). В 18,1 % случаев дети занимаются физическими упражнениями дома с частотой реже одного раза в неделю и в 17,3 % случаев – вообще не выполняют никаких упражнений до-

ма. Наиболее распространенным мотивом в отказе заниматься с ребенком служит заявление, что *«дети и без того очень подвижны».* При этом наблюдается низкая степень осознания родителями того, что по мере роста подвижность, связанная с играми, у ребенка исчезает, а потребность в занятии физической культурой может оказаться несформированной.

Несмотря на то, что большинство респондентов (97 %) уверены, что именно родители несут основную ответственность за сохранение здоровья ребенка, признают свою доминирующую роль в формировании у ребенка навыков здорового образа жизни, основные способы управления рисками здоровью осознаются и артикулируются ими довольно слабо. Так, 22 % опрошенных полностью согласились с утверждением, что «*родители могут сформировать у ребенка навыки здорового образа жизни, даже если сами здоровый образ жизни не ведут»,* еще 33,2 % респондентов скорее поддержали данное высказывание. Это свидетельствует о непонимании родителями механизмов формирования навыков здорового образа жизни у ребенка, базирующихся, в первую очередь, на подражании и социальной стереотипизации. Родители задают детям неверную модель поведения, насаждая негативные установки. Только 11,3 % называют свой образ жизни полностью здоровым, остальные признают, что реализуют в повседневной жизни негативные поведенческие практики (например, в 28 % семей взрослые курят в помещении в присутствии ребенка).

Установленные особенности восприятия социально детерминированных и внешнесредовых рисков для здоровья требуют построения эффективной системы информирования о рисках, включающей все заинтересованные стороны.

5.3. Каналы и формы риск-коммуникации в сфере здоровья

Рекомендации ВОЗ по построению эффективных коммуникаций в сфере здоровья населения (2017) содержат указание на шесть основополагающих принципов. Предполагается, что распространяемые в процессе коммуникации (информирования) сведения должны быть: 1) доступными, 2) актуальными, 3) заслуживающими доверия, 4) соответствующими потребностям целевой аудитории, 5) своевременными, 6) понятными.

Инициируя процесс коммуникации о рисках здоровью субъект коммуникации может ставить три типа целей: а) донести до адресата необходимую ему информации (сформировать знания о том, какие существуют угрозы для здоровья, как их минимизировать, какие возможны способы профилактики заболеваний и т.п.); б) обеспечить формирование у населения необходимого отправителю мнения (позиции) относительно риска здоровью; в) сформировать единый взгляд на риск, его приемлемость и необходимость снижения. Тип цели определяет коммуникационную стратегию и степень включенности объекта информирования во взаимодействие. В первом случае имеет место информационная стратегия со слабой включенностью населения в дискуссию о риске, во втором – стратегия убеждающей риторики со средней включенностью объекта информационного воздействия, в третьем – стратегия сотрудничества с высокой степенью включенности населения и ориентацией на субъект-субъектное взаимодействие [Барг А.О., 2017а].

Эффективная риск-коммуникация основана прежде всего на качественной информации, которая ясно и последовательно изложена, доносится до реципиента своевременно и собственно определяет процесс информирования о риске.

Первое, что необходимо учитывать при построении риск-коммуникации в сфере здоровья, – для кого предназначено сообщение, т.е. коммуникатор должен соблюдать принцип ***адресности*** информации, осознавать ее предназначение конкретной социальной группе (родители детей дошкольного возраста, молодежь, учащиеся средних школ и т.п.). Это упрощает выбор средств коммуникации (языка, канала передачи) и позволяет достигать большей эффективности процесса коммуникации.

Второй момент – ***актуальность***. Сообщение должно быть своевременным, насущным, обладать ценностью для принятия решения в сфере управления рисками в момент ее использования. Также важно определить ***объем*** материала, передаваемого реципиенту. Для того чтобы произошло полное понимание проблемы и у адресата (неспециалиста) была возможность принять какое-либо решение относительно обозначенных рисков здоровью, информации должно быть достаточно. Желательный эффект после получения сообщения – отсутствие у получателя вопросов. Помимо полноты сведений следует соблюдать принцип их ***доступности***. Каналы распространения информации прежде всего должны быть привычны и пользоваться доверием объекта информирования.

Например, на основе данных всероссийского опроса ВЦИОМ, проведенного осенью 2021 г., можно судить о приоритетных источниках получения населением информации об общественно-политической жизни страны и региона. Так, 47 % респондентов заявили, что *часто* получают информацию из передач центрального телевидения, 42 % – из социальных сетей и блогов в интернете, 40 % – из разговоров с людьми, 36 % – из новостных, аналитических, официальных сайтов в интернете. При ответе на вопрос о главном источники информации о событиях в стране телевидение назвали 42 % респондентов, социальные сети и блоги – 21 %, а новостные, аналитические и официальные сайты – 20 % опрошенных. Причем, в самой молодой возрастной группе (18–24 года) социальные сети и блоги являются главным источником информации для 45 % респондентов, а телевидение – лишь для 11 %. В самой старшей возрастной группе (60 лет и старше), напротив, 67 % опрошенных получают информацию в основном из телевидения (официальный сайт ВЦИОМ).

Следующий аспект эффективной риск-коммуникации можно охарактеризовать как ***понятность*** (когнитивная доступность) распространяемой информации. При выборе речевых оборотов и объяснении специальных терминов необходимо учитывать такие социально-демографические особенности адресата, как уровень образованности, возраст, пол, принадлежность к какой-либо социальной группе и т.п. Это повысит вероятность правильного восприятия и осознания получаемой информации.

Для определения степени когнитивной доступности (понятности) терминологии, используемой органами и организациями Роспотребнадзора при составлении информационных аналитических материалов о риске здоровью, было проведено пилотажное исследование в трех группах студентов I–II курсов Пермского государственного национального исследовательского университета. Студентам предлагались фрагменты обозначенных выше информационных бюллетеней и давалось задание – выделить хорошо знакомые, мало знакомые и совершенно незнакомые слова и словосочетания. Подавляющее большинство опрошенных к мало или абсолютно незнакомым отнесли термины «экспозиция», «канцерогенный», «неканцерогенный», «антропогенное», «референтное», «суточное воздействие», «доза – эффект», «контаминация», т.е. термины, систематически используемые в научном дискурсе о риске здоровью [Барг А.О., 2017а].

Одной из задач распространения информации о рисках здоровью является дальнейшая возможность реципиента использовать полученные данные в принятии решений в сфере самосохранительного поведения. Для решения этой задачи сообщение должно содержать практические указания относительно построения здоровьесберегающих стратегий поведения и внедрения их в жизнь. Таким образом, информация приобретает ***практическую значимость***. Данные, передаваемые коммуникатором, должны быть ***достоверными*** и объективными, не следует привносить в них личные оценки и суждения, дабы избежать навязывания какой-либо точки зрения: адресату нужно позволить сформировать собственную позицию.

Если соблюдать изложенные принципы риск-коммуникации, можно будет обеспечить формирование системных медико-гигиенических знаний населения, повысить уровень гигиенической и медицинской грамотности объектов информирования и развить санитарно-гигиеническую культуру общества. Также это позволит снизить распространенность индивидуально детерминированных факторов риска здоровью и сформиро-

вать приверженность к здоровьесохранным моделям поведения. Не менее важным результатом может стать снижение уровня социальной напряженности, обусловленной высокой распространенностью неподтвержденной (искаженной, неполной) информации о рисках здоровью. Для возможности реализации эффективной риск-коммуникации требуется включение лиц, ответственных за сохранение и укрепление здоровья населения, в систему управления рисками здоровью.

Что касается **содержания информации**, то его можно структурировать сообразно методологии анализа рисков, согласно которой предполагается:

1) определение факторов риска;

2) доказательство их роли в нарушениях здоровья человека;

3) количественная характеристика зависимостей вредных эффектов от уровней воздействия конкретных факторов;

4) а также установление эффективных способов обоснования и выбора управленческих решений по регулированию воздействия факторов риска на здоровье человека.

Владение *информацией о факторах, оказывающих вредное воздействие на здоровье человека*, и связи между фактором риска и нарушениями состояния здоровья обеспечивает понимание, что именно повышает вероятность возникновения заболеваний. Важно отметить, что информацию о факторах риска различной этиологии целесообразно предоставлять отдельно, выбирая для каждого сообщения свой канал, а также желательно выдавать сообщения дозированно, но при этом последовательно и систематически. Например, распространение сведений о медико-биологических факторах риска здоровью ребенка, к числу которых, в частности, относятся особенности антенатального, интранатального и постнатального периода, отягощенность генеалогического анамнеза и т.п., скорее является функцией системы здравоохранения. Участковый врач-педиатр, врач общей практики (семейный врач) в ходе приема ребенка способен осуществить информирование родителей об имеющихся медико-биологических факторах риска здоровью квалифицированно, адресно, целенаправленно, с учетом особенностей конкретного реципиента информации, а значит более эффективно, нежели иные социальные агенты. Если же говорится о внешнесредовых (химических и физических) факторах риска здоровью, к числу которых относятся химическая загрязненность атмосферного воздуха, питьевой воды, пищевых продуктов, шум, вибрация и пр., то необходимо учитывать, что эти факторы носят, как правило, неподвластный для управления на индивидуальном уровне характер и, как следствие, детерминируют повышенный уровень тревожности. Хотя Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) подтверждено, что здоровье человека только на 20 % определяется состоянием окружающей среды, по данным опроса ВЦИОМ, проведенного в апреле 2014 г. (Инициативный всероссийский опрос ВЦИОМ проведен 19–20 апреля 2014 г.: опрошено 1600 человек в 130 населенных пунктах в 42 областях, краях и республиках России, статистическая погрешность не превышает 3,4 %), 30 % респондентов считают, что основная причина в проблемах со здоровьем – плохая экология (официальный сайт ВЦИОМ). В качестве рекомендации создателям информационного материала о внешнесредовых факторах риска здоровью отметим, что сообщение должно носить научный характер, но при выборе языка и формы ее представления лучше избегать изобилия специальных терминов.

Перечень факторов риска здоровью значителен, и население должно иметь представление обо всем комплексе потенциальных угроз. Однако в силу неодинаковости воздействия факторов риска на здоровье, первоочередная задача риск-коммуникации должна заключаться в предоставлении сведений о приоритетных факторах различной природы.

Информация о характеристиках риска здоровью является наиболее сложной для восприятия. Причем это касается как ЛПР, так и населения в целом. Специалистами категория «риск» понимается как вероятность развития угрозы жизни или здоровью человека. Данная вероятность носит количественный характер и является

устанавливаемой, равно как и степень выраженности неблагоприятных последствий для жизни или здоровья граждан, в процессе реализации процедуры оценки рисков для здоровья. Однако количественные значения риска для обывателя вряд ли будут нести какую-либо смысловую нагрузку без определенных пояснений. Это подтверждают данные нескольких опросов, проведенных в крупных промышленных городах России: при оценке способности респондентов воспринимать количественно представленную вероятность наступления негативного события выяснилось, что только 70 % людей действительно соотносят слова с цифрами, остальные не справляются с этой задачей. Среди тех, кто соотносит словесные выражения вероятности с их количественными значениями, многие задают им числовые значения, отличные от экспертных диапазонов [Барг А.О. и др., 2022].

Риск-коммуникация, предполагающая распространение информации о характеристиках риска здоровью будет более эффективной, если в нее включить такие компоненты, как ранжированный перечень факторов риска по уровню опасности и перечень критических органов и систем организма, попадающих под влияние приоритетных факторов риска. Также важно обозначить уровень риска в сравнении с допустимым уровнем (с указанием уровня воздействия, при котором не наблюдается вредный эффект). Задача отправителя сообщения – ответить на вопрос адресата «Как действует фактор риска?» и «Каковы последствия этого воздействия?». Однако этого недостаточно, потому что если человек знает об угрозе его благополучию и понимает, какие именно ответы со стороны здоровья могут последовать, но не проинформирован о том, как с этим бороться, то рождается чувство повышенной тревожности, а в процессе коммуникации риска – «реакция возмущения». Поэтому в сообщения о риске необходимо обязательно включать *информацию о способах управления рисками здоровью* предпринимаемых или планируемых (в случае внешнесредового риска) или рекомендуемых (в случае социального риска). Это значит, что, если речь идет о внешнесредовых факторах риска, в процессе информирования необходимо дать адресату сведения о

а) предпринимаемых мерах по снижению риска («что делается для снижения риска?»),

б) субъектах принятия мер («кто реализует указанные меры?»),

в) вероятной эффективности мероприятий по снижению риска («будут ли предпринимаемые меры действенны?»),

г) уровне, до которого риск будет снижен («сохранится ли угроза в дальнейшем?»).

Кроме того, при возможности реализации действий по снижению риска на групповом или индивидуальном уровне необходимо включить в информационное сообщение соответствующие рекомендации. Таким образом, задача распространения информации о способах управления рисками здоровью заключается в формировании у целевой аудитории отчетливого представления о том, что риск может быть снижен, в обеспечении чувства контроля события риска. Именно осознание человеком себя как знающего, понимающего ситуацию и в определенной степени контролирующего его является критерием успешность процесса распространения информации о риске [Зыкова И.А. и др., 2007].

Риск не является исключительно объективным и познаваемым фактом, но всегда опосредуется социальными и культурными стереотипами и процессами. Неспециалисты в своем восприятии риска ориентируются не только на его количественные характеристики и возможные последствия для здоровья, но и на уже сформировавшееся мнение общественности, степень доверия распространяемым сведениям о факторах риска, силу их эмоционального воздействия [Онищенко Г.Г. и др., 2002]. Реакция человека или группы людей на риск определяется детерминантами различной природы, касающимися как социально-психологических, ценностных, эмоциональных и прочих характеристик индивида или социальной группы, так и риска или информации о нем (источник опасности, потенциальные последствия и их выраженность, разнообразие полученной информации о риске и т.п.). Учет особенностей восприятия

риска различными целевыми группами призван повысить эффективность процесса информирования [Зайцева Н.В. и др., 2010].

Отличие между оценкой рисков и их восприятием определяется, *во-первых*, признаками риска. Риск может быть *добровольным*, т.е. человек знает об угрозе здоровью, но в силу разных причин принимает вероятность неблагоприятного исхода и не меняет своего рискового поведения в сторону самосохранного. В качестве примера можно привести аддиктивное поведение человека (курение, злоупотребление алкоголем и т.п.). Другими признаками являются *принудительность* и *неподконтрольность* риска (даже зная о нем, человек не властен что-либо сделать), обычно так расцениваются внешнесредовые риски, рассуждая о которых, люди довольно часто говорят: *«А что делать? Что я могу изменить?»* В отношении экологических рисков пассивное принятие риска как неизбежного следствия несвободного выбора своих действий является типичным (*«Что экология, это же не изменить», «Тут ведь город, для него это* [загрязненность] *норма»).* Также характерен низкий уровень информированности о способах снижения негативных эффектов антропогенного воздействия с помощью индивидуальных действий: *«Как уберечься от химических выбросов, я не знаю», «Я знаю только, что такое ионизатор воздуха, я читала, но не считаю, что они меня от этого* [вредного техногенного воздействия] *уберегут»* [Барг А.О., 2010c]. Именно принудительность и неподконтрольность риска вызывают повышенную озабоченность и тревожность человека. Учитывая эту особенность восприятия при формировании информационных материалов, необходимо включать в них сравнительные характеристики рисков различной природы по степени значимости, подчеркивая серьезность воздействия добровольных рисков на здоровье. Также следует отметить такие признаки риска, как *привычность* или *непривычность*. Известно, что все новое воспринимается как более опасное, к любой новой информации человек относится с осторожностью и некоторой долей недоверия, с другой стороны, то, что хорошо известно, уже не кажется «страшным». Привычность становится эквивалентом нормальности. Следовательно, любой неизвестный риск расценивается как более высокий независимо от его реальных значений. Например, по результатам исследования, проведенного специалистами ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» в декабре 2013 г. и направленного на изучение восприятия населением г. Березники рисков здоровью, связанных с проблемой провалов земной коры на его территории, выяснилось, что треть населения проблема провалов стала волновать меньше, чем 2–3 года назад. Это объясняется сформировавшейся привычностью рисков и их превращением из чрезвычайной ситуации в нечто повседневное [Барг А.О. и др., 2014]. Такой эффект побуждает включать в материалы о рисках, не являющихся типичными для объекта информирования, сравнение с привычными рисками аналогичной природы, предотвращая переоценку целевой аудиторией значимости неординарного риска. *Наличие* или *отсутствие выгод*, связанных с риском, также определяет особенности его восприятия. Если с риском связаны какие-либо выгоды, перевешивающие, с точки зрения индивида, проблемы со здоровьем, то риск субъективно воспринимается как менее значимый и уровень обеспокоенности в отношении данного риска снижается. Выгоды могут иметь различную форму – от материальной до психологической – и часто связаны с удовлетворением определенных потребностей и получении эмоций. Потребности не существуют изолированно, независимо друг от друга и часто конкурентны по отношению друг к другу [Симонов П.В. и др., 1984]. Так, невозможно одновременно удовлетворить актуализированную потребность в здоровье и в курении. При этом потребность в никотине генерирует сильную отрицательную эмоцию абстиненции наряду с воспоминанием о положительной эмоции удовольствия от курения [Барг А.О., 2010d]. Эта особенность восприятия предполагает включение в материалы по информированию о рисках здоровью эмоционально окрашенного компонента, подчеркивающего наличие выгод и не позволяющего недооценить риск и переоценить выгоды.

Во-вторых, отличие между оценкой рисков и их восприятием определяется ***характеристиками информации о риске.*** В процессе информирования о риске здоровью при выборе канала и транслятора сообщения необходимо обращать внимание на *уровень доверия источнику*. Существует прямая зависимость доверия к сообщению от доверия к его источнику, которое формируется как на институциональном, так и на персональном уровне. Например, замеры уровня доверия населения России институту здравоохранения, реализуемые Фондом «Общественное мнение», на протяжении многих лет показали, что в 2020 г. доля россиян, доверяющих врачам в больницах и поликлиниках, сократилась на 8 % по сравнению с 2015 г. – до 57 %. Причем уровень доверия врачам со стороны молодежи достоверно ниже, чем со стороны представителей старшего поколения – в группе 18–30 лет доверяют врачам 53 % населения, а в группе старше 60 лет – 66 % (официальный сайт ФОМ). Порядка 40 % россиян (42 % в 2020 г., 41 % в 2019 г.) считают, что большинство современных врачей обладают низким уровнем квалификации и профессиональных знаний (в 2015 г. об этом сказали 34 % опрошенных). Низкий уровень институционального доверия в период пандемии выступил одним из факторов отказа россиян от вакцинации от коронавирусной инфекции COVID-19.

На персональном уровне доверие формируется на личном восприятии адресата информатора, поэтому при представлении информации о риске необходимы честность, открытость и доброжелательность транслирующего. При личном предоставлении информации аудитории необходимо не пытаться ответить на вопросы, недостаточно изученные или спорные; быть готовым ответить «я не знаю»; не высказывать не научную точку зрения по проблемам, связанным с воздействиями факторов риска на здоровье [Онищенко Г.Г. и др., 2002].

Важно также *соответствие информации о рисках потребностям и интересам целевой аудитории.* Именно желание удовлетворить потребности побуждает людей действовать. Если сообщение, содержащее информацию о рисках здоровью, не удовлетворяет актуализированные потребности аудитории, она либо ищет нужную информацию через другие каналы, либо подавляет потребность в такого рода информации и вместе с этим свою активность. Обыватель чаще всего интересуется сведениями о вероятности возникновения того или иного заболевания вследствие действия факторов риска, а также прогнозами о влиянии данных факторов. Таким образом, при распространении информации о рисках здоровью следует произвести предварительную оценку имеющихся информационных потребностей, отслеживать динамику и своевременно реагировать на их возникновение. Сообразно полученным данным можно будет корректировать содержание информационных сообщений. Например, результаты социологического опроса (методы – раздаточное и online-анкетирование) жителей нескольких крупных промышленных городов России (Пермь, Челябинск, Екатеринбург, Омск, Новосибирск, Владивосток, Красноярск, Краснодар, Москва, Санкт-Петербург и др.) (n = 378, 2020 г.) показали, что 75,4 % населения хотели бы получать больше информации о состоянии воздуха в районе своего проживания. Скорее не хотят увеличивать информационный поток по данной теме 16,9 % опрошенных, однозначно отрицательно настроенных на увеличение количества таких новостей – 7,7 % респондентов. Из всех аспектов проблем, связанных с атмосферным воздухом, больше всего людей волнуют общие характеристики загрязнения; меры защиты (нормативные и индивидуальные); источники загрязнения и его уровень, а также риски здоровью.

Учет потребностей и интересов целевой аудитории способен повысить эффективность процесса коммуникации за счет действия психологического механизма селективности восприятия, выраженного через принцип резонанса: соответствующее потребностям и ценностям личности воспринимается быстрее, чем несоответствующее.

Одним из самых важных моментов, касающихся информации о рисках здоровью, является, с одной стороны, ее *многообразие* и зачастую *разнонаправленность*. Существует опасность потери доверия реципиентов из-за рассогласованно-

сти мнений и суждений в разных источниках. Поэтому необходимо принимать меры по координации деятельности информаторов (реальных и потенциальных), чтобы они могли выступать с общим научно обоснованным мнением относительно информации по оценке риска здоровью и ее объяснению. С другой стороны, дефицит официальной информации повышает вероятность возникновения и распространения непроверенных сведений по каналам неформальных коммуникаций. При этом чем выше неопределенность, тем выше доверие (положительная установка) к неформальным источникам информации, с целью снижения уровня тревожности реципиента [Беззубцев С.А., 2003].

В-третьих, отличие между оценкой рисков и их восприятием определяется, *характеристиками объекта информирования.* Это, прежде всего, *психологические особенности* индивида, влияющие на восприятие информации. Помимо индивидуальных особенностей человека, существуют два психологических процесса, которые обязательно влияют на восприятие информации у всех без исключения:

1. «Эвристика доступности» (человек, принимающий решение, «оценивает частоту или возможность события по легкости, с которой примеры или случаи приходят на ум») [Kahneman D. et al., 1979]. Если человек получает информацию о рисках здоровью, то первое, что он делает, причем интуитивно, перебирает в памяти случаи из жизни, которые бы подтверждали или опровергали анализируемое сообщение. Например, в сообщении говорится, что курение повышает риск возникновения рака легких, но если в памяти индивида не возникает ни одного примера, как-то связанного с его личным жизненным опытом и подтверждающим услышанную информацию, то он будет склонен оценивать данный риск как менее значимый.

2. «Когнитивный диссонанс» (существование противоречивых отношений между отдельными элементами в системе знаний) [Фестингер Л., 1999]. Например, сообщение о вреде курения для человека, реализующего данную практику, является неприятным и вступает в противоречие с определенными его установками и убеждениями. При стремлении избавиться от чувства дискомфорта индивид всегда пытается каким-то образом согласовать конфликтующие элементы своего знания, поэтому в случае с курением он может рационализировать свое поведение тезисом, что риск не так велик, ведь он жив и здоров, или что если он бросит курить, то прибавит в весе. Исходя из всего этого, в процессе информирования о рисках здоровью необходимо учитывать подобного рода психологические «ловушки» и включать «работу с возражениями».

Не менее важными для восприятия информации являются такие *социально-демографические характеристики* индивида, как образование, пол и возраст. Эти параметры влияют и на степень понимания сообщения, и на доверие к каналам и трансляторам информации, и на склонность к критической оценке поступающих новых знаний. Так, чем выше уровень образованности, тем легче реципиенту информации дается ее освоение и осознание. Или чем старше получатель сообщения о рисках здоровью, тем более внимательно он к нему относится. Наоборот, молодежь из-за ее особой эмоциональной восприимчивости, стремлению идти на риск и тяги к «свободе», а также в силу сложившейся общественной культуры потребления алкогольной продукции, которая довольно противоречива, так как, с одной стороны, демонстрирует данную поведенческую практику как норму, а с другой – порицает, в большинстве случаев реализует негативные модели поведения, относясь к этому как к нормальному явлению, неадекватно оценивая риски [Барг А.О., 2011].

Таким образом, если при формировании информационных стратегий учитывать все факторы, влияющие на восприятие информации о рисках здоровью, можно повысить эффективность процесса риск-коммуникации в целом.

Отдельно нужно сказать о большом значении подхода к *выбору каналов передачи информации*, которые делятся на массовые, групповые и индивидуальные. Если речь идет о массовом канале, то нужно понимать, что он рассчитан на широкую общественность и нет возможности учитывать какие-либо отдельные характеристики получателей. Сообщение, отправляемое через массовый коммуникацион-

ный канал, должно носить общий характер с акцентом на фактологическую базу материала. Структурировать материал необходимо таким образом, чтобы минимизировать возможность оценочных комментариев транслятора.

Другой вариант содержательной наполненности информации предполагает групповой канал передачи. Здесь появляется возможность ориентации на конкретную целевую аудиторию, с ее особенностями, ценностями и установками. Посредством индивидуальных каналов распространения информации достигается детальное информирование человека о риске здоровью. Выбор канала зависит от целей и задач, поставленных перед коммуникатором риска, а в качестве критериев выбора выступают следующие характеристики:

1) доступность (адресат должен иметь возможность обратиться к источнику, например, к интернету или телевидению);

2) способность представить информацию в требуемом объеме (возможно ограничение по времени трансляции, поддерживаемой форме представления сообщений);

3) типичность канала для целевой аудитории (т.е. реципиент в поисках сведений по интересующему его вопросу привык обращаться именно к этому источнику);

4) степень «контролируемости» канала (вероятность изменения информации, ее комментирования и оценки транслятором).

Основными каналами риск-коммуникации в сфере здоровья выступают традиционные средства массовой информации (телевидение, пресса, радио), специализированные издания (информационные и информационно-аналитические бюллетени, государственные доклады, научные журналы, монографии, сборники статей и пр.), наружная информация (плакаты, билборды, информационные листы и пр.), лекции, публичные выступления референтных фигур, межличностное общение (в том числе в системе «врач – пациент»).

Интенсивные процессы цифровизации общества привели к возникновению нового формата существования средств массовой информации – новых медиа. В узком смысле под новыми медиа понимаются «традиционные медиа, содержание которых преобразовано в цифровую форму и может быть потенциально представлено в сети интернет» [Арсеньева Т.Е. и др., 2018]. В широком смысле, данные медиа не просто «постоянно доступны на цифровых устройствах», но «подразумевают активное участие пользователей в создании и распространении контента» [Ветцель К.Я., 2020]. Ключевой характеристикой новых медиа, понимаемых в широком смысле, является трансформация «авторства» в «соавторство». Фактически сегодня мы наблюдаем размытие границ между массовой коммуникацией и межличностным общением. Еще одна отличительная черта новых медиа – фрагментарность, дающая возможность адресату выстраивать собственную стратегию потребления информации, взаимодействия с ней.

По данным компании Mediascope, в начале 2022 г. интернетом в России пользовались 80 % населения в возрасте старше 12 лет. Среднесуточный охват социальной сети «ВКонтакте» составлял в апреле 2022 г. 40 % населения старше 12 лет (официальный сайт Mediacsope).

Результаты опроса, проведенного Левада-Центром[1] весной 2022 г., показали, что интернет становится важным источником информации о медицине и здоровье для россиян (официальный сайт этой организации) – больше половины респондентов (55 %) в течение последнего года искали в интернете информацию о медицине и здоровье для себя или для кого-то другого. Причем в более молодых группах доля часто обращавшихся к интернету существенно выше, чем в более старших. Так, среди респондентов в возрасте от 18 до 24 лет несколько раз в месяц или чаще в течение последнего года в поисках медицинской информации к интернету обращались 51 %, а среди респондентов 55 лет и старше таковых было лишь 26 %. Кроме

[1] АНО «Левада-Центр» внесена Минюстом в реестр некоммерческих организаций, выполняющих функции иностранного агента (№ 630).

того, у 21 % опрошенных в самой старшей возрастной группе вообще нет доступа в интернет. Наиболее интересующие россиян темы – здоровый образ жизни, вакцинация и тревога, стрессы.

Анализ поисковых запросов пользователей «Яндекса» показал, что в течение 2022 г. россияне регулярно искали в интернете информацию по вопросам здоровья (рис. 5.3.1).

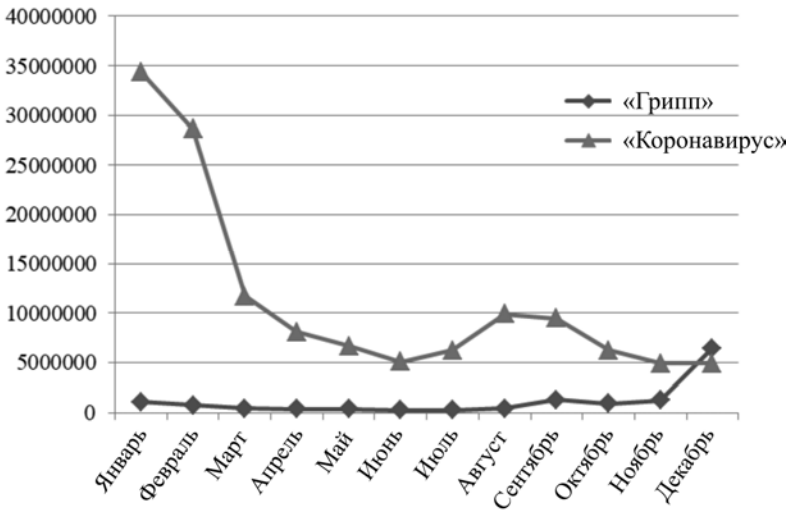


Рис. 5.3.1. Динамика запросов в поисковой системе «Яндекс» по ключевым словам «коронавирус» и «грипп» в 2022 г.

Как видно из рис. 5.3.1, количество поисковых запросов по ключевому слову «коронавирус» в январе 2022 г. составляло свыше 34 млн. Далее наблюдался спад интереса пользователей к этой теме – в декабре 2022 г. по слову «коронавирус» в поисковой системе «Яндекс» фигурировало 4,9 млн запросов. Поисковых запросов по слову «грипп» было чуть более 1 млн в январе, сентябре и ноябре 2022 г., а в декабре количество запросов составило свыше 6 млн и превысило частоту запросов по ключевому слову «коронавирус».

Представленные данные подтверждают тезис, что широкое распространение интернета в России, существенный рост его доступности в последнее десятилетие определили необходимость пересмотра традиционных форм коммуникации органов власти и хозяйствующих субъектов с населением. В российском обществе сегодня существует запрос на сетевую коммуникацию с властью. Кроме того, концепция стратегического ведения коммуникации ВОЗ в интересах эффективной передачи информации делает акцент на необходимости широкого использования интернета (веб-сайтов и социальных медиа) для обеспечения охвата различных целевых аудиторий сообщениями по теме здоровья [WHO, 2017].

Риск-коммуникация в сфере здоровья в сети интернет (в том числе в социальных сетях) инициируется с помощью информационного сообщения (контента). Выделяют три вида контента: информационный, вовлекающий и продающий. Применительно к некоммерческому аккаунту и в случае отсутствия маркетинговых целей коммуникации рекомендуется использовать два вида контента – информационный и вовлекающий.

Информационный контент может быть новостной, обучающий (навыкам, практикам) и формирующий (установки, позитивные стереотипы). Новостной контент (оперативная информация о деятельности организации, событиях в регионе, стране, мире; событиях, происходящих в сельскохозяйственной или пищевой отрасли и пр.) должен

быть интересен целевой аудитории интернет-ресурса. Не рекомендуется размещать в социальных медиа новости о текущих мероприятиях организации (совещаниях, проверках, конференциях и пр.) – это можно сделать на официальном сайте. При этом привлекательным новостным контентом является информация о высказываниях и решениях публичных фигур. Эффективным новостным контентом являются также репортажи с офлайн-мероприятий – они позволяют размещать много фото- и видеоматериала, вести онлайн-трансляции. Конечная цель новостного контента в социальных медиа – создание инфоповода для подключения обучающего или формирующего контента.

Обучающий контент – информационный материал под условным заголовком «как правильно». Например, обучающим контентом по вопросам питания может быть информация о том, как правильно готовить к употреблению и употреблять в пищу те или иные продукты питания, как выбирать продукты в магазине, как читать этикетку и пр. Обучающим контентом по вопросам качества атмосферного воздуха – информация о том, как обезопасить себя от негативного воздействия выхлопных газов, как правильно выбрать защитную маску, когда лучше проветривать жилые помещения и пр.

Формирующий контент направлен на создание у целевой аудитории определенных установок в сфере здоровья, которые затем становятся основой поведения. Формирующий контент направлен на решение ключевой задачи коммуникации в сфере здоровья – трансформации модели самосохранительного поведения. Примером формирующего контента являются посты на тему принципов и правил здорового питания – «Пять основных правил здорового питания», «Почему нужно сократить потребление соли», «ВОЗ рекомендует поддерживать сниженные уровни потребления свободных сахаров на протяжении всей жизни» или материалы ВОЗ о пользе использования велосипедов как для здоровья, так и для уменьшения антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Вовлекающий контент стимулирует пользователей социальных сетей взаимодействовать, общаться между собой, задавать вопросы экспертам. Формами такого взаимодействия может быть: а) комментирование поста (в социальной сети или блоге) на стене отправителя сообщения, б) дискуссия по теме в специально созданном разделе (например, «Обсуждение» в социальной сети «Вконтакте»); в) направление вопросов администраторам напрямую. Конечная задача вовлекающего контента – повысить лояльность и доверие пользователей социальных медиа размещаемой информации. Примерами вовлекающего контента являются: обсуждение проблемных вопросов по теме, эмоционально окрашенные высказывания, провоцирующие дискуссию, просьбы поделиться опытом, опросы, игры.

Пока органы государственной власти и местного самоуправления в России слабо используют возможности, предоставляемые интернетом для риск-коммуникации с населением. Обратимся к результатам исследования практик коммуникации органов власти с населением по вопросам состояния атмосферного воздуха на платформе социальной сети «ВКонтакте». Для анализа были выбраны две территории, включенные в федеральный проект «Чистый воздух» – г. Липецк и г. Красноярск. Объектом исследования выступили официальные аккаунты региональных органов власти Липецкой области и Красноярского края и органов местного самоуправления г. Липецка и Красноярска и опубликованные в данных аккаунтах посты за период с 1 января по 15 декабря 2022 г.

Среди всех проанализированных официальных аккаунтов наибольшее количество подписчиков у Правительства Красноярского края – 73 492 человека. Интенсивность выкладывания постов достаточно высокая – несколько постов в день. Также высокой является активность подписчиков – некоторые посты набирают больше ста «лайков», практически под каждым сообщением есть комментарии пользователей. В аккаунте активно используются визуальные материалы, освещаются самые разнообразные темы. При этом проблематика качества атмосферного воздуха затрагивается крайне мало. За 2022 г. официальный аккаунт опубликовал всего два поста по дан-

ной теме – оба посвящены природоохранным мероприятиям (закупке троллейбусов и трамваев по федеральному проекту «Чистый воздух» и мониторингу загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в связи с пылевыми бурями).

Официальный аккаунт Управления Роспотребнадзора по Красноярскому краю существенно менее популярен – всего 1702 подписчика, которые к тому же не комментируют и не «лайкают» посты. Визуальное представление материалов достаточно разнообразное – используется инфографика, фотографии. Значительная часть информационных постов посвящена защите прав потребителей и профилактике инфекционных заболеваний. По проблемам качества атмосферного воздуха материалов размещается крайне мало. Так, за 2022 г. опубликовано всего пять постов, содержащих информацию о загрязненности атмосферного воздуха, – по результатам исследований атмосферного воздуха на территории жилой застройки г. Красноярска (посты от 26.10.2022 и 24.03.2022), об исследованиях атмосферного воздуха в г. Минусинска (пост от 25.03.2022), г. Ачинска (пост от 23.03.2022) и г. Лесосибирска (пост от 21.03.2022).

Активно освещает тему качество атмосферного воздуха Управление экологии и природных ресурсов Липецкой области – в 2022 г. в официальном аккаунте организации было размещено 26 постов, содержащих ключевое слово «воздух». Однако у страницы всего 1700 подписчиков.

Большая часть публикуемых релевантных тематических постов от органов власти в социальной сети связана с информированием о мероприятиях по охране атмосферного воздуха. В данном разделе субъекты информационного поля показывают собственные полномочия и делают неформальные отчеты перед населением о выполняемых функциях. Условно сообщения можно разделить на две группы в зависимости от представителя: 1) трансляция законодательных норм и 2) описание собственных функций. Информационные сообщения также содержат отчеты о выполненных задачах, например, в рамках федерального проекта «Чистый воздух». При этом липецкие источники чаще пишут «мы закупили», «мы предоставили», чем красноярские, говорящие в третьем лице, – «предоставят», «закупят». Однако вторые остаются более субъектно-ориентированными, упоминая лица и организации, задействованные в проекте, вторые же используют прямые ссылки на источники, например, делая репост со страницы мэра города.

Проведенный анализ не выявил информационных сообщений, ориентированных на информирование населения об угрозах / рисках для здоровья, возможном негативном воздействии на здоровье загрязнения атмосферного воздуха, рекомендуемых действиях в случае угрозы здоровью. Лишь небольшое количество сообщений посвящено теме экологического просвещения.

Использование методических основ риск-коммуникации по вопросам здоровья

Создание эффективного коммуникативного пространства в сфере рисков здоровью – задача, стоящая, в первую очередь, перед органами власти и организациями, заинтересованными в сохранении и укреплении здоровья граждан. Решение поставленной задачи предполагает: 1) создание научно обоснованной методологической базы коммуникации рисков для здоровья, связанных с воздействием разнородных факторов; 2) формирование культуры открытого диалога; 3) создание нормативно-правовой базы риск-коммуникации; 4) обеспечение организационных и технических условий для коммуникации риска; 5) подкрепление успешных практик коммуникации риска на различных уровнях [Плотникова Е.Б. и др., 2015].

Успешным примером реализации диалоговой модели риск-коммуникации является обсуждение в течение последних лет в российском обществе рисков здоровью, связанных с курением. В 2010 г. была принята Концепция осуществления государственной политики противодействия потреблению табака на 2010–2015 гг., предусматривающая активное информирование граждан относительно рисков и опасностей для

здоровья, ассоциированных с курением. В 2019 г. Распоряжением Правительства РФ была утверждена Концепция осуществления государственной политики противодействия потреблению табака и иной никотинсодержащей продукции в Российской Федерации на период до 2035 г. и дальнейшую перспективу. На открытом в рамках государственной программы «Здоровая Россия» портале (http://www.takzdorovo.ru) регулярно размещается информация о негативных последствиях курения. В ряде городов России функционируют горячие линии для желающих бросить курить (например, в Санкт-Петербурге в 2011 г. такую линию открыл НИИ фтизиопульмонологии Минздрава РФ, на базе которого сегодня существует консультативный телефонный центр помощи в отказе от потребления табака). В 2013 г. стартовала кампания по оформлению пачек сигарет предупреждающими надписями о вреде курения, сопровождаемых рисунками. Мероприятия, направленные на борьбу с курением, проводятся образовательными и досуговыми учреждениями, общественными организациями; обсуждение проблем потребления табака активно ведется в социальных сетях. Так, в сообществе сети «Вконтакте» «No Smoking: Мы против курения!» состоит свыше 22 тыс. пользователей. Согласно данным опроса Фонда «Общественное мнение», в 2018 г. 84 % россиян одобряли введенный запрет на курение в кафе, ресторанах и барах, на вокзалах и в аэропортах (официальный сайт Фонда «Общественное мнение»). Результаты опроса ВЦИОМ, проведенного в 2017 г., показали, что только 2 % россиян отнесли внедрение обезличенных упаковок сигарет к эффективным методам борьбы с курением. В итоге от введения обезличенных упаковок сигарет в России отказались.

К числу успешных примеров эффективной риск-коммуникации в сфере здоровья относится работа по обеспечению популяризации здорового питания, в том числе путем разработки и реализации целевых научно обоснованных обучающих (просветительских) программ по вопросам здорового питания, реализуемая в рамках федерального проекта «Формирование системы мотивации граждан к здоровому образу жизни, включая здоровое питание и отказ от вредных привычек» (или «Укрепление общественного здоровья») [Паспорт федерального проекта «Формирование системы мотивации граждан к здоровому образу жизни, включая здоровое питание и отказ от вредных привычек»], являющегося составной частью национального проекта «Демография» [Паспорт национального проекта «Демография»]. В ходе работы создано и утверждено восемь научно обоснованных обучающих программ [Приказ Роспотребнадзора от 07.07.2020 № 379]: для детей дошкольного возраста; для детей школьного возраста; для взрослого населения всех возрастов; для беременных и кормящих женщин; для лиц старше трудоспособного возраста; для лиц с повышенным уровнем физической активности; для групп населения, работающих в тяжелых и вредных условиях труда; для групп населения, проживающих на территориях с особенностями в части воздействия факторов окружающей среды (дефицит микро- и макронутриентов, климатические условия). В формировании обучающих программ приняли участие научно-методические и образовательные центры на базе учреждений Роспотребнадзора: ФБУЗ «Центр гигиенического образования населения», ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана»; ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены»; ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, а также ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии». Научные организации ежегодно в онлайн-режиме информировали о содержании и инструментах реализации обучающих программ субъекты РФ (в 2020 г. для внедрения обучающих (просветительских) программ по вопросам здорового питания определены 24 субъекта, в 2021 г. – 49 субъектов, в 2022 г. – 65 субъектов, в 2023 г. – 75 субъектов, в 2024 г. – 84 субъекта). Организатором обучения выступал ФБУЗ «Центр гигиенического образования населения» Роспотребнадзора.

Рекомендуемый алгоритм внедрения и распространения обучающих программ должен основываться на традиционных принципах гигиенического обучения и учитывать специфические особенности каждой программы [Алексеев В.Б. и др., 2020]. Сотрудни-

ками ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора была разработана программа по вопросам здорового питания для групп населения, проживающих на территориях с особенностями в части воздействия факторов окружающей среды (дефицит микро- и макронутриентов, климатические условия). Спецификой программы является, что она содержит информацию о неблагоприятных последствиях влияния таких факторов внешней среды, как загрязнение, биогеохимические провинции и экстремальный климат. Программа предусматривает в качестве стратегической цели приобретение знаний, формирование умений и навыков в сфере здорового питания и его особенностей, способствующих снижению сопряженных со средой обитания рисков здоровью, а также распространенности алиментарно-зависимых заболеваний, увеличение продолжительности здоровой жизни населения. Следовательно, целевая аудитория для внедрения программы может быть определена с учетом критерия «территория проживания», а именно отношение к территории с высоким уровнем загрязнения окружающей среды, к территории с природными биогеохимическими провинциями и к территории с экстремально низкой или высокой температурой (рис. 5.3.2).

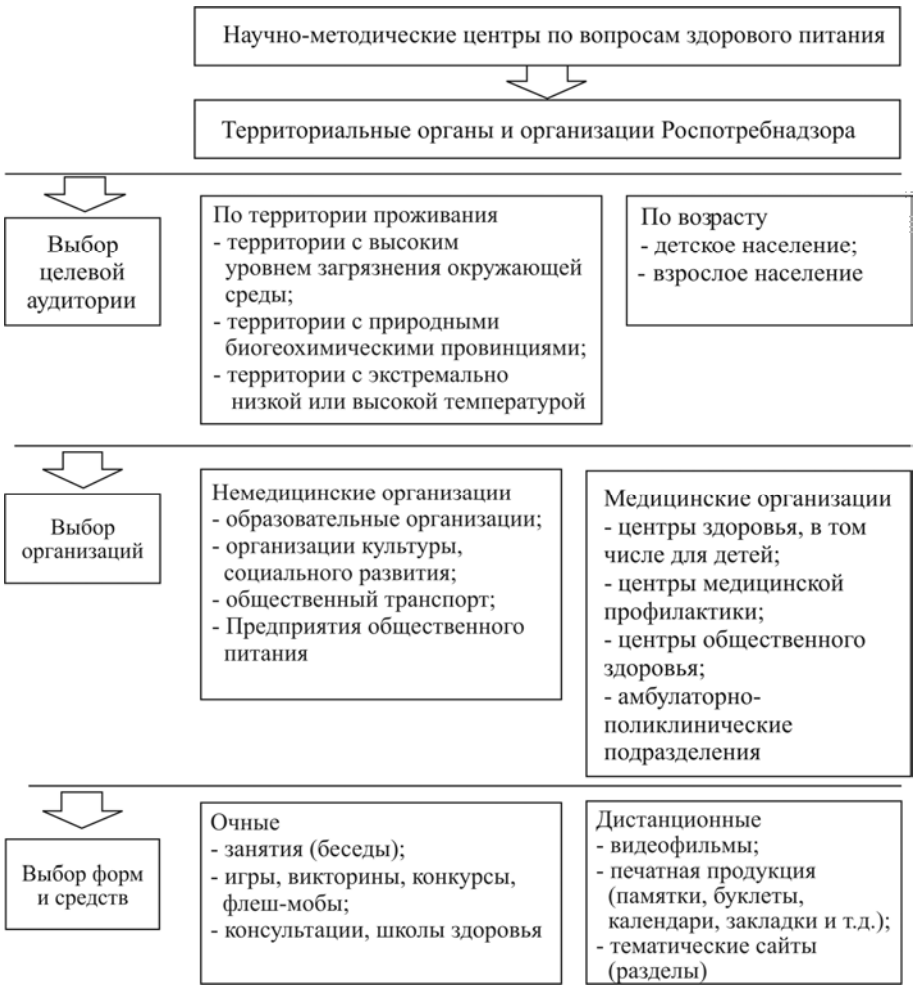


Рис. 5.3.2. Схема реализации обучающей программы по вопросам здорового питания

Существующая практика гигиенического воспитания позволяет использовать разные каналы риск-коммуникации как в очном, так и дистанционном формате обучения. Перспективным направлением является использование дистанционных форм обучения. Для этих задач в Центре создан образовательный ресурс, который позволяет пройти курс обучения в любое время по индивидуальному графику (https://fcrisk.ru/courses/) (рис. 5.3.3). За два года с использованием данного ресурса прошло обучение более 88 тыс. человек. Большая часть обученных проживает в Свердловской, Иркутской и Тульской областях.

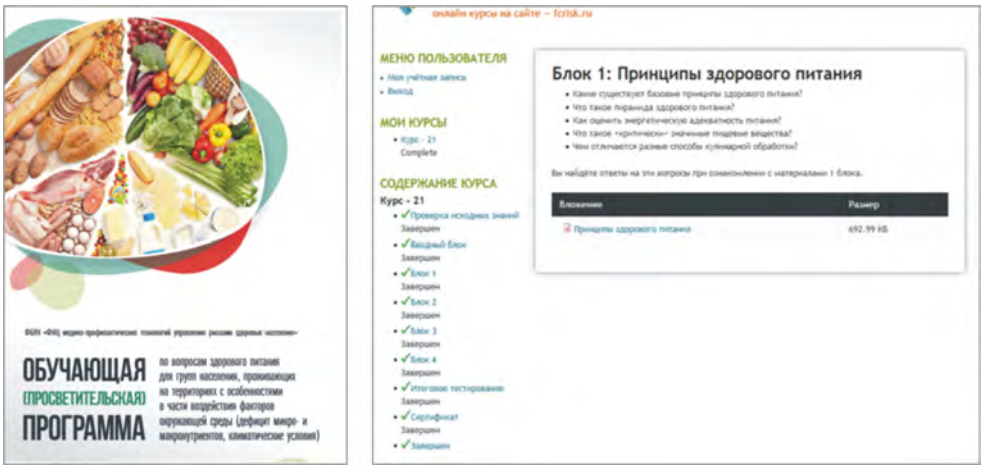


Рис. 5.3.3. Обучающая программа по вопросам здорового питания на образовательном ресурсе

В качестве контроля эффективности внедрения разработанных обучающих программ, в частности программы по вопросам здорового питания для групп населения, проживающих на территориях с особенностями в части воздействия факторов окружающей среды, предлагаются следующие критерии оценки. Критерии для оценки оперативного результата: приобретение знаний в сфере здорового питания, и его особенностей, способствующих снижению сопряженных со средой обитания рисков здоровью, а также формирование ответственного пищевого поведения, способствующего снижению потребления критически значимых для здоровья населения пищевых веществ (пищевой соли, сахара, жира, включая НЖК и трансизомеры), а также увеличению потребления овощей и фруктов. Информация для оценки оперативного результата может быть получена при организации дополнительных социологических исследований.

Критерии для оценки отсроченного результата: снижение распространенности алиментарно-зависимых заболеваний (избыточной массы тела, ожирения); дефицита йода, железа, витаминов A, D, B_1, B_2, B_6, C и др.; а также хронических заболеваний, обусловленных загрязнением среды обитания (болезней органов дыхания, в том числе с аллергокомпонентом (бронхиальной астмы, аллергический ринит), прежде всего среди детского населения); заболеваний, обусловленных биогеохимическими провинциями (эндемический зоб). При этом оценка отсроченного результата будет возможна по данным анализа официальных статистических данных, биомониторинга, организации эпидемиологических исследований. Принимая во внимание полиэтиологичную обусловленность изменения предложенных критериев и отсроченный результат действия программ, считается, что показатели будут иметь устойчивую (в течение не менее пяти лет) положительную динамику при условии активно-

го использования программы и сформированных знаний и ответственного пищевого поведения.

Список сокращений

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения
ВЦИОМ – Всероссийский центр изучения общественного мнения
ГМО – генетически модифицированные организмы
ЛПР – лица, принимающие решения
НЖК – ненасыщенные жирные кислоты
НКО – некоммерческая организация
СМИ – средства массовой информации
ФБУЗ – Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения
ФБУН – Федеральное бюджетное учреждение науки
ФГБУН – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Список литературы к главе 5

Алексеев, В.Б. Обучающая программа по вопросам здорового питания для групп населения, проживающих на территориях с особенностями в части воздействия факторов окружающей среды: разработка и внедрение в рамках национального проекта «Демография» / В.Б. Алексеев, Д.Н. Лир, К.П. Лужецкий, П.З. Шур // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99, № 12. – С. 1412–1417.

Арсеньева, Т.Е. Новые медиа и новые тексты: к вопросу о специфике / Т.Е. Арсеньева, С.В. Фащанова // Казанская наука. – 2018. – № 12. – С. 97–100.

Барг А.О. Восприятие внешнесредовых рисков для здоровья населением промышленного города: опыт социологического исследования / А.О. Барг // Стратегия инновационного развития России как особой цивилизации в XXI веке: сборник тезисов VI Всероссийской научной конференции «Сорокинские чтения – 2010». – М.: Макс Пресс, 2010с. – С. 118–120.

Барг, А.О. Восприятие населением рисков здоровью и социальная напряженность в связи с техногенными авариями (на примере проблемы провалов земной коры в г. Березники Пермского края) / А.О. Барг, Н.А. Лебедева-Несевря // Актуальные проблемы безопасности и оценки риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания: материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Пермь, 2014. – С 160–164.

Барг, А.О. Методические подходы к оценке субъективного восприятия риска населением при воздействии загрязнения атмосферного воздуха на здоровье / А.О. Барг, Н.А. Лебедева-Несевря, М.Д. Корнилицына // Анализ риска здоровью. – 2022. – № 2. – С. 28–37.

Барг, А.О. Особенности восприятия внешнесредовых и поведенческих рисков для здоровья населением крупного города (на примере г. Перми) / А.О. Барг, Н.А. Лебедева-Несевря // Бюллетень Пермской социологии. Исследования 2009–2010 гг. – Пермь, 2010е. – С. 145–155.

Барг, А.О. Риск-коммуникации в сфере здоровья населения современной России: социологический анализ: дис. … канд. социол. наук: 22.00.04 – Социальная структура, социальные институты и процессы / Барг Анастасия Олеговна. – Н. Новогород, 2017a. – 178 с.

Барг, А.О. Риск-коммуникация в сфере здоровья как вид социальной коммуникации / А.О. Барг // Дискуссия. – 2017b. – № 1. – С. 50–55.

Барг, А.О. Социальные факторы риска здоровью: теоретико-методологические проблемы анализа / А.О. Барг, Н.А. Лебедева-Несевря // Вестник Перм. ун-та. Философия. Психология. Социология. – 2010f. – Вып. 1 (1). – С. 99–108.

Барг, А.О. Стратегия совершенствования системы профилактической антинаркотической работы с молодежью с учетом особенностей восприятия рисков здоровью / А.О. Барг // Культура, личность, общество в современном мире: методология, опыт эмпирического исследования: материалы XIV Международной конференции. – Екатеринбург: УрГУ, 2011. – Ч. 1. – С. 497–502.

Барг, А.О. Теоретико-методологические основы анализа восприятия рисков здоровью / А.О. Барг // Человек в мире. Мир в человеке: актуальные проблемы философии, социологии, политологии и психологии: материалы XIII Международной научно-практической конференции молодых ученых. – Пермь: Перм. гос. ун-т, 2010d. – С. 74–77.

Беззубцев, С.А. Слухи, которые работают на вас. Секреты профессионального использования / С.А. Беззубцев. – СПб.: Питер, – 2003. – 192 с.

Бек, У. Общество риска. На пути к другому модерну / У. Бек; пер. с нем. В. Сидельника, Н. Федоровой. – М.: Прогресс-Традиция, 2000. – 383 с.

Бергер, П. Социальное конструирование реальности. Трактат по социологии знания / П. Бергер, Т. Лукман. – М.: Медиум, 1995. – 323 с.

Боязитова, А.Н. Медикализация как социальный процесс: дис. … канд. мед. наук: 14.00.52 – Социология медицины / Боязитова Антонина Николаевна. – Волгоград, 2007. – 160 с.

Бурганова, Л.А. Риск-коммуникация как механизм эффективного управления рисками / Л.А. Бурганова, Э.И. Исхакова // ВЭПС. – 2019. – № 1. – С. 132–135.

Быков, А.А. Нормативно-экономические модели управления риском / В.А. Акимов, А.А. Быков, М.И. Фалеев // Проблемы анализа риска. – 2004. – Т. 1, № 2. – С. 125–137.

Ветцель, К.Я. Социальные медиа и социальные сети: проблемы терминологии и модели взаимодействия пользователей / К.Я. Ветцель // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – № 9–1 (99). – С. 139–141.

Гаврилов, К.А. Социологическая реконструкция основных подходов к концептуализации восприятия риска: автореф. дис. … канд. социол. наук: 22.00.01 – Теория, методология и история социологии / Гаврилов Кирилл Андреевич. – М., 2007. – 30 с.

Гарбузов, В.И. Неврозы у детей и их лечение / В.И. Гарбузов, А.И. Захаров, Д.Н. Исаев – Л.: Медицина, 1977. – 272 с.

Елохин, А.Н. Проблема выбора критериев приемлемого риска / А.Н. Елохин, А.А. Елохин // Проблемы анализа риска. – 2004. – Т. 1, № 2. – С. 138–145.

Зайцева, Н.В. Подходы к построению эффективной региональной системы информирования о рисках здоровью [Электронный ресурс] / Н.В. Зайцева, Н.А. Лебедева-Несевря // Здоровье семьи – 21 век. – 2010. – № 4 (4). – URL: http://fh-21.perm.ru/download/5_8.pdf (дата обращения: 28.06.2023).

Землянский, А.В. Как СМИ и инфодемия повлияли на вакцинацию от коронавируса в России / А.В. Землянский // Вестник Пятигорского государственного университета. – 2021. – № 2. – С. 35–41.

Зыкова, И.А. Радиотревожность населения загрязненных территорий и меры по её снижению: пособие для специалистов служб Роспотребнадзора / И.А. Зыкова, Г.В. Архангельская. – СПб, 2007. – 24 с.

Коган, Н. Ошибки восприятия риска / Н Коган // Наука и техника. – 2008. – № 12. – С. 71–76.

Королева, Е.В. Социология политики Ульриха Бека / Е.В. Королева // Социологические исследования. – 2007. – № 5. – С. 120–123.

Кравченко, С.А. Становление сложного социума: за гуманистический поворот / С.А. Кравченко // Вестник МГИМО. – 2013. – № 6 (33). – С. 220–224.

Кравченко, С.А. Стрела времени: современные вызовы социологическому знанию / С.А. Кравченко // Социологическая наука и социальная практика. – 2014. – № 1 (05). – С. 110–124.

Кузьмин, И.И. Принципы управления риском / И.И. Кузьмин // Проблемы анализа риска. – 2005. – Т. 2, № 1. – С. 73–93.

Лебедева-Несевря, Н.А. Информирование о рисках заболеваний у детей дошкольного возраста при сочетанном действии внешнесредовых и социальных факторов: методические рекомендации (внедрены Приказом Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю № 9 от 16.11.2012) / Н.А. Лебедева-Несевря, А.О. Барг, Е.А. Рязанова. – 2012. – 27 с.

Лебедева-Несевря, Н.А. Особенности восприятия родителями внешнесредовых и поведенческих рисков для здоровья детей дошкольного возраста / Н.А. Лебедева-Несевря, А.О. Барг // Вестник Перм. ун-та. Философия. Психология. Социология. – 2011. – Вып. 1 (5). – С. 101–106.

Лебедева-Несевря, Н.А. Теория, методология и практика анализа социально детерминированных рисков здоровью населения: дис. … д-ра социол. наук: 14.02.05 – Социология медицины / Лебедева-Несевря Наталья Александровна. – Пермь, 2014. – 369 с.

Лебедева-Несевря, Н.А., Барг А.О., Корнилицына М.Д. Социальные угрозы в оценках населения российского промышленного мегаполиса / Н.А. Лебедева-Несевря, А.О. Барг, М.Д. Корнилицына // Методология предотвращения угроз в XXI веке: сборник научных трудов. – Иркутск, 2022. – С. 39–42.

Лисицын, Ю.П. Образ жизни как основа здоровья. Анализ факторов риска заболеваемости / Ю.П. Лисицын // Медицинская газета. – 2010. – № 19. – С. 12.

Малков, А.В. Интегрирование систем обеспечения промышленной безопасности в общую систему менеджмента организации / А.В. Малков // Менеджмент в России и за рубежом. – 2003. – № 6. – С. 35–38.

Мозговая, А.В. «Социальная приемлемость риска» как социологическая категория / А.В. Мозговая // Социология: методология, методы, математическое моделирование. – 2010. – № 31. – С. 30–45.

Онищенко, Г.Г. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков; под ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – С. 23.

Паспорт национального проекта «Демография» [Электронный ресурс]. – URL: http://government.ru/info/35559/ (дата обращения: 21.11.2023].

Паспорт федерального проекта «Формирование системы мотивации граждан к здоровому образу жизни, включая здоровое питание и отказ от вредных привычек» [Электронный ресурс]. – URL: https://mintrudtuva.ru/паспорт-федерального-проекта-формир/ (дата обращения: 21.11.2023).

Плотникова, Е.Б. Коммуникация профессиональных рисков на промышленных предприятиях (анализ на примере Пермского края) / Е.Б. Плотникова, А.О. Барг, Ю.С. Маркова // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 4 (12). – С. 97–104.

Приказ Роспотребнадзора от 07.07.2020 г. № 379 «Об утверждении обучающих (просветительских) программ по вопросам здорового питания». – М., 2020.

Рассказова, Е.И. Готовность к вакцинации против коронавируса как мера доверия официальным медицинским рекомендациям: роль тревоги и представлений / Е.И. Рассказова, А.Ш. Тхостов // Национальный психологический журнал. – 2021. – № 1 (41). – С. 76–90.

Симонов, П.В. Темперамент. Характер. Личность / П.В. Симонов, П.М. Ершов. – М.: Наука, 1984. – С. 49.

Фестингер, Л. Теория когнитивного диссонанса / Л. Фестингер. – СПб: Ювента, 1999. – С. 15–52.

Якуничев, Д.А. Общество риска: возможная модель развития современного общества / Д.А. Якуничев // Вестник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология. – 2022. – № 68. – С. 174-182.

Яницкий, О.Н. Россия как общество риска: методология анализа и контуры концепции / О.Н. Яницкий // Общественные науки и современность. – 2004. – № 2. – С. 5–15.

Яницкий, О.Н. Социология риска: ключевые идеи / О.Н. Яницкий // Мир России. – 2003. – Т. XII, № 1. – С. 3–35.

Beck U. Risk Society. Toward a New Modernity / U. Beck. – L.: SAGE, 1992. – 260 p.

Covello, V.T. Risk Communication: a Review of the Literature / V.T. Covello, D. Winterfeldt, P. Slovic // Risk Abstracts. – 1986. – Vol. 3, № 4. – P. 172–182.

Dietz, T. Risk, Technology, and Society / T. Dietz, R. Scott Frey, E. Rosa // Handbook of Environmental Sociology. – Westport: Greenwood Press, 1996.

Douglas, M. Risk and Culture: An Essay on the Selection of Technological and Environmental Dangers / M. Douglas, A. Wildavsky. – Berkeley and Los Angeles: University of California Press, 1982.

Fischhoff, B. Risk Perception and Communication Unplugged: Twenty Years of Process / B. Fischhoff // Risk Analysis. – 1995. – Vol. 15, № 2. – P. 137–145.

Kahneman, D. Prospect theory: An analysis of decision under risk / D. Kahneman, A. Tversky // Econometrica. – 1979. – Vol. 47, № 2. – P. 263–291.

Lasswell, H.D. The Structure and Function of Communication in society. The Communication of Ideas / H.D. Lasswell. – N.Y., 1948.

Leiss, W. Effective Risk Communication Practice / W. Leiss // Toxicology Letters. – 2004. – Vol. 149, № 1–3. – P. 399–404.

Mosko, V. Political economy of information / V. Mosko, J. Wasko. – Madison, 1988.

Sandman, P. Responding to community outrage: strategies for effective risk communication / P. Sandman. – S.L.: AIHA, 1993. – 113 p.

Thompon, M. Cultural Theory / M. Thompon, R. Ellis, A. Wildavsky. – Boulder, Colorado: Westview, 1990. – 312 p.

WHO, 2017. Strategic Communications Framework for effective communications [Электронный ресурс]. – URL: https://www.who.int/docs/default-source/documents/communicating-for-health/communication-framework.pdf (дата обращения: 28.06.2023).

ГЛАВА 6
ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ АНАЛИЗА РИСКА В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

6.1. Правовые основы анализа риска в сфере охраны среды обитания

Впервые понятие риска как критерия безопасности в сфере охраны окружающей среды и, соответственно, среды обитания человека было введено в обращение в законодательстве Соединенных Штатов Америки.

Актом о национальной политике в области окружающей среды 1969 г. (NEPA, 1969), который по существу стал основным законом США в экологической сфере, были сформулированы главные принципы, институты и механизмы государственной экологической политики. При этом закон императивно закрепил обязательный анализ экологических последствий деятельности различных субъектов на федеральном уровне. Основные принципы были развиты в актах об улучшении качества окружающей среды, о чистом воздухе, о чистой воде, о сохранении и восстановлении ресурсов, о контроле за ядовитыми веществами и т.д.

Акты «О чистом воздухе» 1970, 1977 и 1990 гг. и поправки к ним установили партнерство по контролю качества воздуха между штатами и федеральным правительством. При этом указано, что стандарты допустимого уровня, которые разрабатывает Федеральное агентство по охране окружающей среды, используют в качестве критерия риска для здоровья и благосостояния жителей. Государство несет ответственность за внедрение этих стандартов. Ответственность за осуществление управления процессом контроля качества воздуха в штатах ставится на первое место и дает возможность федерального контроля над штатами, а также делает попытки удержать достигнутый уровень.

Если рассматривать законодательство Евросоюза (ЕС), то следует отметить, что уже документы первичного права ЕС, такие как международные договоры о создании ЕС и взаимодействии Сторон, закрепляют в уставных документах требование обеспечения высокого уровня защиты здоровья, который достигается при определении и реализации всех политик и действий Союза. Правовая база ЕС в части охраны окружающей среды, которую составляет более 80 актов, пронизана общей идеей минимизации рисков для жизни и здоровья населения. Директива 96/61/ЕС «О единой системе предотвращения и контроля загрязнений», Директива 83/360/ЕЕС «О загрязнении воздуха промышленными предприятиями», Директива 85/337/ЕЕС с изменениями (97/11/ЕЕС) «Оценка воздействия на окружающую среду (ЕТА)», Директива 76/464/ЕЕС «Об опасных веществах», Директива 91/689/ЕЕС «Об опасных отходах», Регламент 793/93/ЕЕС по оценке и контролю рисков от воздействия существующих химических веществ, Регламент 1907/2006/ЕС по вопросам регистрации, оценки, авторизации и регистрации химических веществ (REACH), Директива 2008/50/ЕС о качестве окружающего воздуха и чистом возду-

хе для Европы, Директива 2001/82/ЕС по определению потенциального серьезного риска здоровью человека, животных или окружающей среде – практически все эти документы так или иначе касаются аспектов анализа рисков. При этом качество окружающей среды, здоровье населения и качество жизни рассматриваются в единой системе, а безопасность рассматривается как отсутствие недопустимого риска для здоровья.

В законодательстве ЕС закреплена процедура оценки риска, определен круг лиц, вовлеченных в оценку риска: хозяйствующие субъекты, представляющие опасность для здоровья граждан, организации в сфере оценки соответствия и контрольно-надзорные органы. Глубоко проработаны аспекты подготовки мер по управлению рисками, в том числе информирования о рисках.

Директивы гармонизированы в части понятий «безопасность» и «риск здоровью».

Европейские нормы качества окружающей среды повсеместно ориентированы на оценку рисков здоровью и в значительной части разработаны с учетом результатов оценки рисков для здоровья (risk-based standards).

Принципиальным законодательным положением правовой системы ЕС является требование постоянного снижения степени воздействия на окружающую среду. Несмотря на то, что подразумеваемый идеал – полное отсутствие какого бы то ни было воздействия – выглядит утопическим и технически недостижимым, данное требование позволило европейским странам существенно сократить загрязнение окружающей среды, сохранив при этом конкурентоспособность своей промышленности.

Вопросы оценки риска здоровью населения, связанного с воздействием среды обитания, занимают важное место в политике здоровья многих стран мира, а также таких общественных организаций, как Всемирная организации здравоохранения, Международная организация труда и др. Здоровье всех народов является основным фактором в достижении мира и безопасности и зависит от эффективности сотрудничества отдельных лиц и государств. Правительства несут ответственность за здоровье своих народов, и эта ответственность требует проведения мероприятий социального характера в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия мирового сообщества.

В государствах – членах Евразийского экономического сообщества (ЕАЭС) правовое регулирование в сфере анализа благоприятности для человека среды обитания, в том числе средствами оценки риска здоровью, осуществляется законодательными актами, регулирующими отношения в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия, охраны окружающей среды, радиационной безопасности.

Сравнительный анализ законодательства государств – членов ЕАЭС в сфере оценки риска здоровью населения, связанного с воздействием среды обитания, показал, что методология оценки риска активно используется для правового регулирования деятельности заинтересованных сторон в сфере оценок «окружающая среда – здоровье». Однако уровень и широта использования данного оценочного критерия весьма разнородны.

Так, в законодательном аспекте в наибольшей степени методология оценки риска здоровью гармонизирована в области обеспечения радиационной безопасности населения. Законы государств – членов ЕАЭС используют практически идентичные формулировки, а принципы регулирования допустимых уровней радиационного воздействия основаны на принципах оценки риска здоровью.

Что касается других факторов среды обитания человека, то здесь очевидны существенные различия как по применению самого понятия «оценка риска здоровью», так и по его месту в системе законодательного регулирования.

В явном виде термин «оценка риска здоровью» применяется в законодательных актах Российской Федерации, Республики Беларусь и Республики Казахстан. Законодательства Кыргызской Республики и Республики Таджикистан в явном виде не используют понятие «оценка риска для здоровья человека», заменяя ее терминологическими парами «опасность – безопасность» и «вред – безвредность».

Наиболее широко методология оценки риска используется в законодательстве Республики Казахстан, где, например, в соответствии с Кодексом Республики Казахстан о здоровье народа и системе здравоохранения, оценка риска, являясь научно обоснованной методологией оценки вероятности проникновения и распространения возбудителей или переносчиков инфекционных и паразитарных заболеваний, а также негативного воздействия факторов окружающей среды на состояние здоровья населения и связанных с этим потенциальных медико-биологических и экономических последствий, также является одним из инструментов профессиональной деятельности санитарно-эпидемиологической службы. А целевой задачей правового регулирования в области охраны окружающей среды является минимизация рисков для здоровья населения. То есть при проведении скрининга воздействий намечаемой деятельности рассматриваются параметры данной деятельности с учетом уровня риска загрязнения окружающей среды и причинения вреда жизни и (или) здоровью людей. Следует также отметить, что в соответствии с законом Республики Казахстан об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Казахстан при проектировании сооружений должны быть идентифицированы и учтены все возможные риски для жизни и здоровья человека и окружающей среды на всех стадиях жизненного цикла, в том числе при нормальной эксплуатации, чрезвычайных ситуациях, предполагаемых нарушениях, при проведении строительно-монтажных работ и недопустимом строительстве. Такой подход характерен только для Республики Казахстан и не применяется в остальных странах – членах ЕАЭС.

В законодательстве Республики Беларусь оценка риска здоровью включена в закон «О санитарно-эпидемическом благополучии населения» в части обоснования санитарных правил, а также проведения социально-гигиенического мониторинга.

В Российской Федерации оценка риска здоровью включена в понятие экологического риска в законе о техническом регулировании и является аналитическим инструментом социально-гигиенического мониторинга, проводимого в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации «Об утверждении положения о проведении социально-гигиенического мониторинга» [Постановление Правительства РФ от 02.02.2006 № 60].

Кроме того, в Российской Федерации закон «О санитарно-эпидемическом благополучии населения» предусматривает при разработке санитарных правил установление оснований, при наличии которых требуются расчет и оценка риска для здоровья человека (ст. 38) [Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ].

В Российской Федерации на уровне Постановлений Правительства оценка риска закреплена в рамках установления санитарно-защитных зон, седьмой подзоны приаэродромной территории и ведения социально-гигиенического мониторинга. Императивное применение оценки риска предусматривают СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»; 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» (при подтверждении отсутствия угрозы причинения вреда здоровью населения в период действия временных отступлений от показателей качества питьевой воды и горячей воды; при установлении, изменении, прекращении существования санитарно-защитных зон); Постановление Правительства РФ от 02.12.2017 № 1460 «Об утверждении Положения о приаэродромной территории и Правил разрешения разногласий, возникающих между высшими исполнительными органами государственной власти субъектов Российской Федерации, уполномоченными Правительством Российской Федерации федеральными органами исполнительной власти и Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека при согласовании проекта акта об установлении приаэродромной террито-

рии и при определении границ седьмой подзоны приаэродромной территории»; Постановление Правительства РФ от 03.03.2018 № 222 «Об утверждении Правил установления санитарно-защитных зон и использования земельных участков, расположенных в границах санитарно-защитных зон».

Определение, порядок оценки и классификацию «риска для здоровья» детально рассматривает Р 2.1.10.3968-23 «Руководство по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания». Расчет и оценка рисков для здоровья человека при установлении седьмой подзоны приаэродромной территории определяет «Методика установления седьмой подзоны приаэродромной территории, расчета и оценки рисков для здоровья человека», утвержденная Приказом Роспотребнадзора от 07.12.2022 № 664 [Приказ Роспотребнадзора от 07.12.2022 № 664].

Вместе с тем ряд документов стратегического характера оперирует понятием «риск для здоровья»: «Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года», «Концепция информационной безопасности детей в Российской Федерации»; «Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 г.»; «Экологическая доктрина Российской Федерации» [Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 № 1662-р; Распоряжение Правительства РФ от 28.04.2023 № 1105-р; Распоряжение Правительства РФ от 29.06.2016 № 1364-р; Распоряжение Правительства РФ от 31.08.2002 № 1225-р].

Утвержденные 30.04.2012 Президентом «Основы государственной политики в области экологического развития России на период до 2030 года» предусматривают учет приемлемого риска для окружающей среды и здоровья населения при экологическом нормировании [Основы государственной политики в области экологического развития России на период до 2030 г.].

Указанное положение может явиться основой для развития законодательной базы в части включения понятия рисков для здоровья населения в законы систем санитарного и экологического права и иных положений, связанных с процедурой оценки риска, управления рисками и информирования о рисках для здоровья населения.

В российском законодательстве здоровье населения как целевой показатель при ведении хозяйственной деятельности и реализации природоохранных мероприятий рассматривается практически повсеместно. В качестве критериев безопасности для здоровья используются установленные критерии качества среды обитания. Определение безопасности как отсутствие недопустимого риска для здоровья в российском санитарном и экологическом законодательстве напрямую пока отсутствует, равно как и определение риска как сочетания вероятности наступления вреда здоровью в результате воздействия факторов среды обитания и тяжести этого вреда.

В соответствии с Конституцией Российской Федерации (гл. 2, ст. 42) каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением [Конституция Российской Федерации от 12.12.1993].

Это положение получило свое развитие в ряде законодательных актов. В законе «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения Российской Федерации» указано, что санитарно-эпидемиологическое благополучие населения – это состояние здоровья населения, среды обитания человека, при котором отсутствует вредное воздействие факторов среды обитания на человека и обеспечиваются благоприятные условия его жизнедеятельности (ст. 1) [Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ].

Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения обеспечивается посредством целого ряда действий и процедур, включая проведение социально-гигиенического мониторинга (ст. 2), а в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 2 февраля 2006 г. № 60 «Об утверждении положения о проведении социально-гигиенического мониторинга» (п. 3) при ведении мониторинга решаются задачи выявления причинно-следственных связей между состоянием здоро-

вья населения и воздействием факторов среды обитания человека на основе системного анализа и оценки риска для здоровья населения.

Несмотря на то, что в Федеральном законе «Об охране окружающей среды» нет прямых ссылок на оценку риска здоровью, подразумевается, что отношения, возникающие в области охраны окружающей среды, в той мере, в какой это необходимо для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, регулируются законодательством о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения и законодательством об охране здоровья, все же там имеется достаточное количество статей, регулирующих влияние окружающей среды на здоровье. В соответствии с указанным законом проверка проектов и иной документации, обосновывающих хозяйственную и иную деятельность, должна проводиться с учетом оценки угрозы жизни и здоровью граждан (ст. 3). Отмеченный закон устанавливает права и обязанности общественных и иных некоммерческих объединений, осуществляющих деятельность в области охраны окружающей среды, среди которых право на получение своевременной, полной и достоверной информации о состоянии окружающей среды, о мерах по ее охране, об обстоятельствах и о фактах хозяйственной и иной деятельности, создающих угрозу окружающей среде, жизни, здоровью и имуществу граждан (ст. 12). Архитектурно-строительное проектирование, строительство и реконструкция объектов капитального строительства, которые являются объектами, оказывающими негативное воздействие на окружающую среду, и относятся к областям применения наилучших доступных технологий, должны осуществляться с учетом технологических показателей наилучших доступных технологий при обеспечении приемлемого риска для здоровья населения, а также с учетом необходимости создания системы автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ (ст. 36). Под экологическим риском понимается вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера (ст. 1). При обращении с отходами производства и потребления установлен запрет на размещение отходов таким образом, чтобы создавалась опасность для здоровья человека (ст. 51) [Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ].

Федеральным законом «О техническом регулировании» устанавливается понятие безопасности продукции и связанных с ней процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации как состояние, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан (ст. 2). Под риском понимается вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений с учетом тяжести этого вреда (ст. 2) [Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ].

Федеральный закон Российской Федерации «О радиационной безопасности населения» определяет эффективную дозу как величину воздействия ионизирующего излучения, используемую как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения организма человека и отдельных его органов, с учетом их радиочувствительности (ст. 1). Основные принципы обеспечения радиационной безопасности также включают в себя принцип нормирования – непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников ионизирующего излучения, и принцип обоснования – запрещение всех видов деятельности по использованию источников ионизирующего излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным к естественному радиационному фону облучением (ст. 3) [Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ].

Конституцией Республики Беларусь гражданам гарантируется право на охрану здоровья, которое обеспечивается в том числе мерами по оздоровлению окружающей среды (ст. 45) [Конституция Республики Беларусь].

Законом Республики Беларусь «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» определено, что:

– риск – сочетание вероятности неблагоприятного воздействия на организм человека факторов среды его обитания, нарушения законодательства в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения и последствий данного воздействия, ведущее к возникновению угрозы жизни и здоровью населения;

– анализ рисков – процесс оценки органами и учреждениями, осуществляющими государственный санитарный надзор, государственными органами, осуществляющими управление деятельностью в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения, медицинскими научными организациями общедоступной информации для выявления (обнаружения) и оценки рисков в целях принятия мер по предупреждению и минимизации этих рисков (управление рисками), а также в целях информирования в установленном порядке государственных органов, организаций, физических лиц, в том числе индивидуальных предпринимателей, о наличии рисков;

– санитарные нормы и правила устанавливают санитарно-эпидемиологические требования, несоблюдение которых создает угрозу жизни и здоровью населения, а также угрозу возникновения и распространения инфекционных и массовых неинфекционных заболеваний (ст. 1) [Закон Республики Беларусь от 7 января 2012 г. № 340-З].

Министерство здравоохранения в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения определяет порядок проведения анализа рисков (ст. 8). На основании результатов анализа рисков проводятся мероприятия по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения, в том числе государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование и социально-гигиенический мониторинг (ст. 11).

Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование включает в себя в том числе:

– разработку, экспертизу, утверждение, распространение санитарных норм и правил – санитарно-эпидемиологических требований, несоблюдение которых создает угрозу жизни и здоровью населения, а также угрозу возникновения и распространения инфекционных и массовых неинфекционных заболеваний;

– разработку проектов гигиенических нормативов, под которыми подразумевается установление допустимого максимального или минимального количественного и (или) качественного значения показателя, характеризующего тот или иной фактор среды обитания человека, продукцию с позиций их безопасности и безвредности для человека.

В целях выявления уровней и оценки риска для жизни и здоровья населения и разработки мероприятий, направленных на предупреждение, уменьшение и устранение неблагоприятного воздействия на организм человека факторов среды его обитания, в республике проводится социально-гигиенический мониторинг (ст. 19). Социально-гигиенический мониторинг организует и проводит Министерство здравоохранения Республики Беларусь.

Закон Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» устанавливает определения:

– экологическая безопасность – состояние защищенности окружающей среды, жизни и здоровья граждан от возможного вредного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

– экологический вред – вред, причиненный окружающей среде, а также жизни, здоровью и имуществу граждан, в том числе индивидуальных предпринимателей, имуществу юридических лиц и имуществу, находящемуся в собственности государства, в результате вредного воздействия на окружающую среду;

– экологический риск – вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для окружающей среды и вызванного вредным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера (ст. 1) [Закон Республики Беларусь 26 ноября 1992 г. № 1982-XII].

Таким образом, в законодательстве Республики Беларусь понятие «экологический риск» тесно связано с риском для здоровья. Законом определен состав, источники и виды экологической информации, формы ее предоставления и распространения, указывается, что в состав экологической информации включаются в том числе сведения о состоянии здоровья и безопасности граждан, об условиях их жизни, о состоянии объектов культуры, зданий и сооружений в той степени, в которой на них воздействуют или могут воздействовать окружающая среда или факторы через окружающую среду (ст. 74).

Закон Республики Беларусь от 18 июня 2019 г. № 198-З «О радиационной безопасности населения» также определяет эффективную дозу как величину воздействия ионизирующего излучения, используемую как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения организма человека и отдельных его органов с учетом их радиочувствительности (ст. 1). Основные принципы обеспечения радиационной безопасности также включают в себя принцип нормирования – непревышение в ситуации планируемого облучения (за исключением медицинского облучения) пределов доз профессионального облучения и облучения населения от всех источников ионизирующего излучения и принцип обоснования – запрещение всех видов деятельности по обращению с источниками ионизирующего излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риска возможного вреда, причиненного облучением, превышающим естественный радиационный фон (ст. 4) [Закон Республики Беларусь от 18 июня 2019 г. № 198-З].

В соответствии с Конституцией Республики Казахстан граждане Республики Казахстан имеют право на охрану здоровья (ст. 29), а государство ставит целью охрану окружающей среды, благоприятной для жизни и здоровья человека (ст. 31) [Конституция Республики Казахстан].

Кодекс Республики Казахстан о здоровье народа и системе здравоохранения дает следующие определения:

– «оценка риска» – обоснование вероятности проникновения и распространения возбудителей или переносчиков инфекционных и паразитарных заболеваний, а также негативного воздействия факторов среды обитания на состояние здоровья населения и связанных с этим потенциальных медико-биологических и экономических последствий (ст. 1, п. 242);

– «деятельность в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения» – деятельность государственных органов и организаций в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения, направленная на охрану здоровья граждан Республики Казахстан, включающая в себя государственный контроль и надзор в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения, санитарно-эпидемиологический мониторинг, санитарно-эпидемиологическое нормирование, государственную регистрацию продукции, санитарно-эпидемиологическую экспертизу, гигиеническое обучение, санитарно-эпидемиологический аудит, проведение дезинфекции, дезинсекции и дератизации, оценку степени рисков в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения (п. 284) [Кодекс Республики Казахстан от 7 июля 2020 г. № 360-VI ЗРК].

Следует отметить, что в данном определении существенным является, что деятельность в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения направлена в том числе и на оценку степени рисков в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения. В область компетенции уполномоченного органа включено определение единой методологии для организаций, имеющих право на проведение оценки риска и установление порядка проведения оценки риска (ст. 7, п. 28).

В данном документе серьезное внимание уделяется применению оценки риска в профилактике инфекционных и неинфекционных заболеваний, в том числе профессиональных, и травматизма. При этом указывается, что данная работа должна включать как профилактику поведенческих факторов риска заболеваний и повышение информированности населения, так и мониторинг факторов риска заболеваний прикрепленного

населения специалистами первичной медико-санитарной помощи, профессиональных заболеваний работающих – специалистами государственных органов, осуществляющими деятельность в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения, а также минимизацию влияния производственных факторов риска заболеваний государственными органами в пределах их полномочий, иными органами и организациями, а также индивидуальными предпринимателями.

К целевым показателям качества окружающей среды экологическим Кодексом Республики Казахстан отнесены количественные и качественные характеристики состояния отдельных компонентов окружающей среды и иных показателей, характеризующих уровень обеспечения мер по охране окружающей среды и эффективному управлению отходами, которые должны быть достигнуты за определенный период времени (ст. 37) [Кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 г. № 400-VI ЗРК].

При проведении скрининга воздействий намечаемой деятельности рассматриваются параметры намечаемой деятельности с учетом уровня риска загрязнения окружающей среды и причинения вреда жизни и (или) здоровью людей (ст. 70).

Лица, ответственные за проведение производственного экологического контроля, обнаружившие факт нарушения экологических требований, в результате которого возникает угроза жизни и (или) здоровью людей или риск причинения экологического ущерба, обязаны незамедлительно принять все зависящие от них меры по устранению или локализации возникшей ситуации и сообщить об этом руководству оператора объекта (ст. 188).

В документе указано, что лица, осуществляющие операции по управлению отходами, обязаны выполнять соответствующие операции таким образом, чтобы не создавать угрозу причинения вреда жизни и (или) здоровью людей, экологического ущерба (ст. 327). Сбор, очистка и использование свалочного газа должны производиться способом, который минимизирует ущерб или ухудшение состояния окружающей среды и риск для здоровья людей (ст. 353).

В соответствии с Законом Республики Казахстан от 23.04.1998 № 219-I «О радиационной безопасности населения», эффективная доза – величина поглощенной энергии ионизирующего излучения, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения организма человека и отдельных его органов с учетом их радиочувствительности (ст. 1). Основные принципы обеспечения радиационной безопасности также включают в себя принцип нормирования – непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников ионизирующего излучения, и принцип обоснования – запрещение всех видов деятельности по использованию источников ионизирующего излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным к естественному радиационному фону облучением (ст. 4) [Закон Республики Казахстан от 23 апреля 1998 г. № 219].

Закон Республики Казахстан от 11 апреля 2014 г. № 188-V ЗРК «О гражданской защите» указывает, что производственный контроль в области промышленной безопасности осуществляется в организациях, эксплуатирующих опасные производственные объекты, должностными лицами службы производственного контроля в целях максимально возможного снижения риска вредного воздействия опасных производственных факторов на работников, население, попадающее в расчетную зону распространения чрезвычайной ситуации, окружающую среду (ст. 40) [Закон Республики Казахстан от 11 апреля 2014 г. № 188-V ЗРК].

В Законе Республики Казахстан об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Казахстан указывается, что проектирование объектов архитектурной, градостроительной и строительной деятельности должно обеспечивать безопасность сооружений для жизни и здоровья человека и окружающей среды. При проектировании сооружений должны быть идентифицированы и учтены все возможные риски для жизни и здоровья человека и окружающей среды на всех стадиях жизненного цикла, в том числе при нормальной эксплуата-

ции, чрезвычайных ситуациях, предполагаемых нарушениях при проведении строительно-монтажных работ и недопустимом строительстве. Шумоизоляция сооружения должна быть спроектирована и построена с учетом отсутствия недопустимого риска для жизни и здоровья человека (ст. 27.2) [Закон Республики Казахстан от 16 июля 2001 г. № 242].

Если рассматривать другие страны СНГ, то необходимо отметить законодательство Кыргызской Республики, где в соответствии с законом об охране окружающей среды каждый гражданин имеет право на благоприятную для жизни и здоровья окружающую среду и на возмещение ущерба, причиненного здоровью или имуществу неблагоприятным воздействием на окружающую среду, в результате осуществления хозяйственной или иной деятельности (ст. 3) [Закон Кыргызской Республики от 16 июня 1999 г. № 53].

Законом Кыргызской Республики от 24 июля 2009 г. № 248 «Об общественном здравоохранении» устанавливается, что санитарно-эпидемиологическое благополучие населения – состояние здоровья населения, среды обитания человека, при котором отсутствует вредное воздействие факторов среды обитания на человека и обеспечиваются благоприятные условия его жизнедеятельности (ст. 2) [Закон Кыргызской Республики от 24 июля 2009 г. № 248].

В правах и обязанностях граждан определено, что граждане имеют право на благоприятную среду обитания, факторы которой не оказывают вредного воздействия на человека, а также получение информации о санитарно-эпидемиологической обстановке, состоянии среды обитания, качестве и безопасности продукции и оказываемых услуг (ст. 6).

Отдельного внимания заслуживает глава данного документа, которая определяет санитарно-эпидемиологические требования обеспечения безопасности среды обитания для здоровья человека.

Санитарно-эпидемиологическое благополучие населения обеспечивается посредством:

– контроля за соблюдением физическими, юридическими и должностными лицами технических регламентов, санитарно-эпидемиологических правил и гигиенических нормативов, утвержденных Правительством Кыргызской Республики;

– государственного санитарно-эпидемиологического надзора за обеспечением санитарно-эпидемиологического благополучия населения;

– обеспечения социально-гигиенического мониторинга;

– проведения научных исследований в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения (ст. 22–1).

Законом Кыргызской Республики «Об охране окружающей среды» вводится понятие «вред окружающей среде» – это негативные изменения в состоянии окружающей среды, вызванные деятельностью человека, в результате загрязнения среды, истощения природных ресурсов, повреждения, разрушения экологических систем природы, создающие реальную угрозу здоровью и жизни человека, растительному и животному миру, материальным ценностям, а нормативы предельно допустимых вредных воздействий на окружающую среду трактуются как показатели предельно допустимых норм воздействия хозяйственной, рекреационной и иной деятельности на состояние окружающей среды, обеспечивающие охрану окружающей среды, рациональное использование природных ресурсов, экологическую безопасность общества и здоровья человека (ст. 2) [Закон Кыргызской Республики от 16 июня 1999 г. № 53].

Следует отметить данное в законе, но в иной статье, определение экологического правонарушения – как виновное, противоправное деяние, нарушающее природоохранное законодательство и причиняющее вред окружающей среде и здоровью человека, а экологическое преступление – общественно опасное виновное деяние, посягающее на установленный экологический правопорядок, экологическую безопасность общества, причиняющее вред окружающей среде и здоровью человека (ст. 2).

Среди основных принципов охраны окружающей среды – в том числе принцип приоритетности: обеспечение реальных гарантий соблюдения прав человека на благоприятную для жизни, труда и отдыха окружающую среду, обеспечивающую жизнь и здоровье человека, а также принцип равновесия: сохранение устойчивости экологических систем, соблюдение правил охраны окружающей среды при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, воспроизводство природных ресурсов, недопущение необратимых последствий для окружающей среды и здоровья человека (ст. 3).

Граждане имеют право получать полную и достоверную информацию о состоянии окружающей среды и здоровья населения (ст. 46).

В соответствии с Законом Кыргызской Республики об экологической экспертизе экологический риск – вероятность неблагоприятных для окружающей среды и здоровья населения последствий любых (преднамеренных или случайных, постепенных и катастрофических) антропогенных изменений природных объектов и факторов (ст. 1) [Закон Кыргызской Республики от 16 июня 1999 г. № 54].

В Законе Кыргызской Республики «О радиационной безопасности населения Кыргызской Республики» дано определение, что эффективная доза – величина воздействия ионизирующего излучения, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения человека и отдельных его органов с учетом их радиочувствительности (ст. 1). Согласно данному закону, одними из принципов обеспечения радиационной безопасности являются принцип нормирования (непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников ионизирующего излучения) и принцип обоснования – запрещение всех видов деятельности по использованию источников ионизирующего излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным к естественному радиационному фону облучением (ст. 3) [Закон Кыргызской Республики от 17 июня 1999 г. № 58].

Конституцией Республики Таджикистан предусматривается, что каждый имеет право на охрану здоровья, а государство принимает меры по оздоровлению окружающей среды (ст. 38) [Конституция Республики Таджикистан].

Кодекс здравоохранения Республики Таджикистан в части защиты здоровья, связанного с воздействием факторов среды обитания человека, перекликается с аналогичным документом Кыргызской Республики. Так, в соответствии с данным документом санитарно-эпидемиологическая безопасность населения – состояние здоровья населения и среды обитания людей, при котором отсутствует вредное воздействие факторов среды обитания на человека и обеспечиваются благоприятные условия его деятельности, а благоприятные условия жизнедеятельности – состояние среды обитания, когда отсутствует вредное воздействие факторов среды обитания на человека (безвредные условия) и имеются возможности восстановления нарушенных функций организма человека (ст. 1) [Кодекс здравоохранения Республики Таджикистан от 30 мая 2017 г. № 1413].

Также здесь приводится определение гигиенического норматива – установленное исследованиями допустимое максимальное или минимальное количественное и (или) качественное значение показателя, характеризующего тот или иной фактор среды обитания с позиций по безопасности и (или) безвредности для человека (ст. 1).

Граждане Республики Таджикистан имеют право на экологическое благополучие, санитарно-эпидемиологическую и радиационную безопасность, на получение информации о состоянии окружающей среды (гл. 7).

Санитарно-эпидемиологическая экспертиза проводится уполномоченным государственным органом в сфере здравоохранения и уполномоченным органом государственного санитарно-эпидемиологического надзора. Санитарно-эпидемиологическая экспертиза по оценке влияния факторов среды обитания человека на его здоровье проводится по поручению главного государственного санитарного врача, а также по заявлениям физических и юридических лиц (ст. 31).

Санитарно-эпидемиологическая безопасность обеспечивается государственным санитарно-эпидемиологическим нормированием; проведением санитарно-эпидемиологического мониторинга (ст. 110). Санитарно-эпидемиологический мониторинг является государственной системой наблюдения за состоянием здоровья населения и окружающей среды, их анализом, оценкой и прогнозом, а также определением причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов окружающей среды. Санитарно-эпидемиологический мониторинг осуществляется государственными органами и организациями санитарно-эпидемиологической службы в порядке, установленном уполномоченным государственным органом в сфере здравоохранения (ст. 114).

В соответствии с Законом Республики Таджикистан об охране окружающей среды вред окружающей среде – негативные изменения окружающей среды в результате ее загрязнения, которое становится причиной деградации экологических систем и истощения природных ресурсов (ст. 1), а предельно допустимые нормы вредных воздействий на окружающую среду гарантируют экологическую безопасность и охрану здоровья населения (ст. 23) [Закон Республики Таджикистан от 2 августа 2011 г. № 760].

Хозяйственная и иная деятельность, оказывающая воздействие на окружающую среду, осуществляется на основе принципа приоритета охраны жизни и здоровья человека, соблюдения его права на благоприятную окружающую среду (ст. 5). Принцип реализуется в проведении оценки воздействия на окружающую среду в отношении планируемой хозяйственной и иной деятельности физических и юридических лиц, которая может оказать прямое или косвенное воздействие на окружающую среду, включая здоровье населения (ст. 35). Перечень видов деятельности и требования к материалам оценки воздействия на окружающую среду устанавливаются положением, утверждаемым Правительством Республики Таджикистан.

В соответствии с отмеченным документом, экологические требования при размещении, проектировании, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию предприятий, сооружений и иных объектов подразумевают соблюдение в том числе требований по охране окружающей среды, в том числе здоровья человека (ст. 37). Невыполнение экологических требований и причинение вреда окружающей среде, включая здоровью человека, влечет за собой приостановление, ограничение или прекращение экологически вредной деятельности сельскохозяйственных и иных объектов по решению уполномоченного государственного органа Республики Таджикистан в области охраны окружающей среды и государственного санитарно-эпидемиологического надзора (с. 45). Запрещается применение токсичных химических препаратов, не подвергающихся распаду, активно воздействующих на окружающую среду, включая здоровье человека (ст. 50); превышение нормативов предельно допустимых уровней воздействия на здоровье человека и окружающую природную среду производственного и транспортного шума, вибрации магнитных полей и иных вредных физических воздействий (ст. 52); захоронение опасных отходов, в том числе радиоактивных отходов, на территории населенных мест, вблизи городов и других населенных пунктов, в регионах с высокой плотностью населения, реках, озерах, курортных, лечебно-оздоровительных и рекреационных зонах и иных местах, где может быть создана опасность для здоровья населения и состояния окружающей среды (ст. 53).

Государственный контроль в области охраны окружающей среды предполагает в том числе принятие решения о приостановлении деятельности хозяйствующих субъектов при нарушении ими законодательства в области охраны окружающей среды (ст. 69).

Закон Республики Таджикистан от 1 августа 2003 г. № 42 «О радиационной безопасности» определяет предельную дозу как величину воздействия ионизирующего излучения, используемую как меру риска возникновения отдаленных последствий облучения организма человека и отдельных его органов с учетом их радиочувствительности (ст. 2), а одним из основных принципов обеспечения радиационной безо-

пасности является принцип запрещения всех видов деятельности по использованию источников ионизирующего излучения, при которых полученная для человека и общества доза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным к естественному радиационному фону облучением (ст. 3) [Закон Республики Таджикистан от 1 августа 2003 г. № 42].

В соответствии с Законом Республики Таджикистан об экологической экспертизе целями экологической экспертизы являются:

– предупреждение возможных негативных последствий реализации объектов экспертизы, их неблагоприятного воздействия на здоровье населения, природные ресурсы, окружающую среду, экологическую безопасность общества, включая предотвращение причиненного ими вреда при осуществлении управленческой, хозяйственной, инвестиционной и иной деятельности по реализации объектов экспертизы;

– обеспечение экологического прогнозирования на основе информации о состоянии и возможных изменениях экологической обстановки вследствие размещения и развития производительных сил, не приводящих к негативному воздействию на здоровье населения, природные ресурсы, окружающую среду и экологическую безопасность общества (ст. 4) [Закон Республики Таджикистан от 16 апреля 2012 г. № 818].

В целом проведенный анализ позволяет сделать следующие выводы.

– методология оценки риска здоровью как составная часть процедуры анализа риска, включающая, кроме оценки, также управление риском и распространение информации о риске, является эффективным инструментом решения правовых вопросов в сфере «среда обитания – здоровье человека», что должно быть закреплено в соответствующих законодательных актах государств – членов ЕАЭС;

– необходимой представляется разработка единого для государств – членов ЕАЭС типового законодательного акта, унифицирующего процедуру оценки риска здоровью населения в связи с воздействием факторов среды обитания человека;

– актуальным является нормативное утверждение процедуры оценки риска здоровью как одного из элементов обоснования санитарных норм и правил;

– важным представляется законодательное утверждение обязательности проведения процедуры оценки остаточного риска здоровью при разработке проектной документации на строительство или реконструкцию промышленных предприятий или иных объектов, являющихся источником неблагоприятного воздействия на среду обитания человека;

– необходимо установление порядка применения процедуры оценки риска здоровью для решения правовых споров в области причинения (или вероятности причинения) вреда здоровью при загрязнении или ином неблагоприятном воздействии на среду обитания человека;

– необходимым является законодательное закрепление прав и ответственности органов государственной власти, органов местного самоуправления, хозяйствующих субъектов в части оценки и управления рисками для здоровья населения.

В Российской Федерации с 2015 г. при организации государственного контроля (надзора) внедрен риск-ориентированный подход (ст. 8.1 ФЗ-294), согласно которому периодичность контрольных (надзорных) мероприятий должна определяться категорией риска контролируемых лиц и (или) используемые ими производственные объекты. В 2016 г. Постановлением Правительства РФ от 17.08.2016 № 806 утверждены Правила и критерии оценки риска [Постановление Правительства РФ от 17.08.2016 № 806].

Для реализации риск-ориентированного подхода Роспотребнадзором внедрена система оценки потенциальных рисков причинения вреда: сформирована методическая база, выделены приоритеты и сконцентрированы усилия на проверке объектов с высоким риском причинения вреда, прежде всего жизни и здоровью человека.

Роспотребнадзором подготовлены и внедрены методические рекомендации:

– по классификации хозяйствующих субъектов, видов деятельности и объектов надзора по потенциальному риску причинения вреда здоровью человека для организа-

ции плановых контрольно-надзорных мероприятий (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ от 11.08.2017) [МР 5.1.0116–17];

– классификации пищевой продукции, обращаемой на рынке, по риску причинения вреда здоровью и имущественных потерь потребителей (Приказ Роспотребнадзора от 18.01.2016 № 16) [Приказ Роспотребнадзора от 18.01.2016 № 16].

Согласно методике классификации объектов контроля (надзора) объекты, подлежащие федеральному государственному санитарно-эпидемиологическому надзору, в зависимости от показателя потенциального риска причинения вреда здоровью могут быть отнесены к шести категориям риска (чрезвычайно высокий риск; высокий риск; значительный риск; средний риск; умеренный риск; низкий риск). В зависимости от присвоенной категории риска определяется периодичность проведения плановых проверок в отношении объектов государственного надзора: чем выше категория риска, тем чаще проводятся плановые контрольные (надзорные) мероприятия.

Потенциальный риск причинения вреда здоровью определяется как сочетание вероятности, тяжести нарушения здоровья и масштаба воздействия, выражаемого через показатель численности населения, находящегося под воздействием.

В соответствии с методикой классификации пищевой продукции продукция разделена на шесть категорий риска: чрезвычайно высокий риск; высокий риск; значительный риск; средний риск; умеренный риск; низкий риск. Отнесение пищевой продукции к той или иной категории риска определяет содержание плановых проверок.

Потенциальный риск причинения вреда здоровью вследствие употребления населением конкретного пищевого продукта, не соответствующего требованиям безопасности, определяется исходя из вероятности нарушений обязательных требований безопасности к пищевой продукции по i-му фактору опасности в ходе одной проверки; относительного вреда здоровью, формируемого нарушением санитарно-эпидемиологических требований к i-му фактору опасности пищевой продукции; коэффициента, характеризующего региональные особенности потребления различной пищевой продукции. Методическими рекомендациями закреплены значения критериев для расчета риска для отдельных видов продукции.

В 2021 г. вступил в силу Федеральный закон от 31.07.2020 г. № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации», регламентирующий порядок отнесения объектов контроля (надзора) к категориям риска. Федеральным законом № 248-ФЗ в качестве объекта государственного контроля (надзора) введены результаты деятельности граждан и организаций, в том числе продукция (товары), работы и услуги, к которым предъявляются обязательные требования; закреплено при принятии решения о проведении и выборе вида внепланового контрольного (надзорного) мероприятия проводить оценку риска причинения вреда с использованием индикаторов риска нарушения обязательных требований [Федеральный закон от 31.07.2020 № 248-ФЗ].

В целях реализации Закона о контроле утверждено Положение о федеральном государственном санитарно-эпидемиологическом контроле (надзоре) (Постановление Правительства РФ от 30.06.2021 г. № 1100) и индикатор риска нарушения обязательных требований при осуществлении федерального государственного санитарно-эпидемиологического контроля (надзора) (Приказ Минздрава России от 27.01.2022 № 30н) [Постановление Правительства РФ от 30.06.2021 № 1100; Приказ Минздрава России от 27.01.2022 № 30н].

Положением о санитарно-эпидемиологическом контроле (надзоре) закреплены значения показателей p и U в отношении определенного вида продукции и отдельных видов деятельности.

6.2. Правовые основы оценки риска в системе технического регулирования: отечественный и международный аспекты

Федеральный закон Российской Федерации «О техническом регулировании», вступивший в силу 1 июля 2003 г., определил принципиально новую для страны систему установления и применения требований к продукции, процессам производства, работам и услугам [Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ].

Система предполагает единство подходов к определению обязательных требований к продукции и связанных с ними процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, а также к выполнению работ или оказанию услуг и правовому регулированию отношений в области оценки соответствия.

Проявление системы технического регулирования в Российской Федерации существенно сблизило позиции страны с международными подходами в области стандартизации требований к товарам и услугам. Разделение полномочий и ответственности государства и бизнеса за безопасность и качество продукции предусмотрено на основе рационального сочетания свободного предпринимательства и государственного регулирования, гармонизации их с международной практикой. При этом государство на основе новой категории нормативных актов – технических регламентов – взяло на себя ответственность за установление приемлемых для общества требований безопасности и правил подтверждения соответствия продукции этим требованиям.

Именно Федеральный закон «О техническом регулировании» наиболее четко и однозначно ввел в отечественное законодательство понятие «риск» в связи с жизнью и здоровьем человека: «Риск – вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан … с учетом тяжести этого вреда». Безопасность продукции и связанные с нею процессы производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации определяется как состояние, при котором «отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан…»

В рамках Таможенного союза в нормативно-правовых документах, которые имеют приоритет перед национальными в части требований к продукции (товаров), риск для жизни и здоровья также рассматривается в качестве критерия безопасности: «Безопасность – отсутствие недопустимого риска, связанного с возможностью причинения вреда и (или) нанесения ущерба» (ст. 1 «Соглашении о проведении согласованной политики в области технического регулирования, санитарных и фитосанитарных мер» от 28.01.2008), а «риск» рассматривается как «сочетание вероятности причинения вреда и последствий этого вреда для жизни или здоровья человека, имущества, окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений».

«Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору» (утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 28 мая 2010 г. № 299) и многие технические регламенты Таможенного союза оперируют понятием «риск», увязывая его с характеристиками товаров [Решение Комиссии Таможенного союза от 28.05.2010 № 299].

Риск для здоровья законодательно закрепляется как критерий безопасности, что соответствует широкой мировой практике [Директива 2001/95/ЕС; Регламент 178/2002; Руководство ИСО/МЭК 51: 1999; Закон США «О повышении безопасности потребительских товаров» № 4040; Risk Assessment and Cost Benefit Act, 1995 и др.].

Вместе с тем, в отличие от Федерального закона «О техническом регулировании», ряда базовых документов Таможенного союза, в международном законодательстве достаточно полно установлены место и роль процедуры оценки риска при определении безопасности продукции.

Так, Директива 2001/95/ЕС является источником «горизонтального законодательства» и устанавливает для всех производителей общие требования, конкретизирует различные положения о безопасности продукции и определяет обязанности

государств ЕС по надзору и контролю за рынком ЕС. Оценка риска закреплена в рамках самой процедуры установления нормативов (стандартов) безопасности. При этом ст. 3, п. 4 Директивы 2001/95/ЕС указывает, что «соответствие продукции критериям, призванным гарантировать общую безопасность, не препятствует возможности принимать надлежащие меры по ограничению ее выпуска на рынок, изъятию или отзыву в том случае, если, несмотря на указанные соответствия, данная продукция оказывается опасной. Следовательно, признается возможной ситуация, когда при соблюдении всех требований и стандартов продукция в реальных условиях использования может оказаться опасной для жизни и здоровья потребителя» [Директива 2001/95/ЕС].

Обязанность соблюдения требований безопасности и выполнения процедур оценки риска производимого товара на стадии проектирования и производства возлагается на производителя (ст. 3, п. 1). При этом указывается, что если отсутствует специальная регламентация на отдельные риски или отдельные категории рисков, то применительно к соответствующей продукции и остальным рискам применяется общая обязанность безопасности, предусмотренная Директивой 2001/95/ЕС.

Директива 2001/95/ЕС предусматривает обязательность учреждения, периодического обновления и осуществления программ надзора по категориям продукции или рисков (ст. 9, п. «а»), проверки и обновления научно-технических познаний о безопасности продукции (ст. 9, п. «b»), обмена информацией об оценке рисков, об опасной продукции, о методах контрольных испытаний и (их) результатах (ст. 10, п. «b»), в том числе посредством информационных систем RAPEX и RASFF[1].

Решение 768/2008/ЕС от 09.07.2008 устанавливает набор процедур оценки соответствия продукции и предлагает набор модулей[2], из которых законодатель сможет выбрать процедуру, наиболее адаптированную к уровню возникающего риска [Решение Европейского парламента № 768/2008/ЕС]. При этом все модули (A-H) содержат требования к оцениванию рисков для здоровья: «…Изготовитель разрабатывает техническую документацию. Документация позволяет провести оценивание продукции с точки зрения ее соответствия надлежащим требованиям и включает надлежащий анализ одного или нескольких рисков…». Этот же документ предполагает, что могут существовать ситуации, когда продукция, которая соответствует всем установленным требованиям, все же представляет опасность для потребителей (ст. R33) [3].

Наиболее полно в законодательстве Европейского союза вопросы значимости и места оценки риска освещены документами по пищевой продукции. Регламент 178/2002/ЕС определяет процедуры, которые гарантируют безопасность пищевых продуктов [Регламент ЕС № 178/2002]. Этим же Регламентом учреждается Европейский орган по безопасности пищевых продуктов (EFSA). Документом определены особые требования, в том числе связанные с оценкой риска продукции, определены механизмы обмена информацией по вопросам опасной продукции и рискам для здоровья. Так, Регламент 178/2002/ЕС указывает, что «… продовольственное законодательство предполагает сократить, устранить или избежать риска для здоровья» и «в качестве систематической методологии для определения эффективных, пропорцио-

[1] RASFF – Rapid Alert System for Food and Feed – система быстрого оповещения о серьезных рисках для потребителей в сфере продуктов питании и кормов.

[2] A) Внутренний контроль производства и контролируемые испытания продукции; B) исследование «CE» типового образца; C) соответствие типовому образцу на основе внутреннего контроля производства; D) соответствие типовому образцу на основе обеспечения качества производственного процесса; E) соответствие типовому образцу на основе обеспечения качества продукции; F) соответствие типовому образцу на основе верификации продукции; G) соответствие на основе верификации единицы продукции; H) соответствие на основе полного обеспечения качества.

[3] Ст. R33. Соответствующая продукция, представляющая тем не менее опасность для здоровья и риск для безопасности .

нальных и адресных мер либо иных действий по защите здоровья должны выступать три взаимосвязанных компонента анализа рисков – оценка рисков, управление рисками и информирование о рисках». При этом показано, что «…для того, чтобы обеспечить доверие к научным основам продовольственного законодательства, оценки рисков должны проводиться независимо, объективно, прозрачно и основываться на имеющихся в распоряжении научной информации и научных данных» (Преамбула к Регламенту, п. 16–18).

Регламент 178/2002/ЕС предусматривает, что для обеспечения высокой степени защиты жизни и здоровья человека пищевое законодательство ЕС должно основываться на системе анализа риска.

Отдельные технические регламенты делают особые акценты на значимости и важности процедур оценки риска для жизни и здоровья потребителя. Так, Директива 2009/48/ЕС от 18.06.2009 указывает, что игрушки и их части не должны создавать риск причинения физического вреда, не должны создавать риск удушения, ожога (возгорания), шумового, химического воздействия (Приложение II. Особые требования безопасности). «… В целях изучения рисков, исходящих от игрушки, и защиты здоровья и безопасности потребителей изготовители обязаны производить тестирование образцов изделий, проводить необходимые расследования и, в случае необходимости, вести реестр жалоб в отношении игрушек, не соответствующих установленным требованиям, и их отзывов и информировать дистрибьюторов о проведении такого мониторинга (п. 4. ст. 4)» [Директива № 2009/48/ЕС].

Регламент Европейского парламента и Совета Европейского союза № 2016/425 от 09.03.2016 указывает, что средства индивидуальной защиты должны обеспечить высокий уровень защиты общественных интересов, таких как здоровье и безопасность пользователей (п. 11).

Директива 2006/42/ЕС от 17 мая 2006 г. (с изм. и доп. от 21 октября 2009 г.) устанавливает, что «производитель машин и механизмов или его уполномоченный представитель должны обеспечить, чтобы оценка рисков производилась с целью определения требований по охране здоровья и безопасности, применяемых к машинам и механизмам». «…Машины и механизмы должны быть спроектированы и изготовлены с учетом результатов оценки рисков» (п. 1 Приложения I). Производителю машин или его уполномоченному представителю вменяется в обязанность путем итерационного процесса оценки рисков и их снижения выявлять опасности, которые могут быть вызваны машиной и механизмами и связанными с ними опасными ситуациями, оценивать риски, принимая во внимание серьезность возможного вреда или ущерба для здоровья и вероятность их возникновения, по результатам оценки рисков принимать решения по минимизации рисков [Директива 2006/42/ЕС].

Согласно Регламенту ЕС 305/2011 «…строительные сооружения должны быть спроектированы и построены таким способом, чтобы они не представляли недопустимого риска несчастных случаев или повреждений при обслуживании или при пользовании… (п. 4 Приложения 1)» [Регламент ЕС 305/2011/].

Аналогичные требования содержатся в Регламенте Европейского парламента и Совета Европейского союза от 05.04.2017 № 2017/745 о медицинских изделиях, в Директиве Европейского парламента и Совета 2014/35/EU от 26 февраля 2014 г. на электрическое оборудование [Регламент ЕС № 2017/745; Директива 2014/35/EU]. При этом все директивы ориентируют изготовителей на оценку рисков для жизни и здоровья при проектировании, производстве и использовании продукции.

Отдельно и глубоко в законодательстве ЕС рассмотрены вопросы безопасности химической продукции. Регламент 1907/2006/ЕС, касающийся регистрации, оценки, авторизации и ограничения химических веществ (REACH)[1], вступивший в силу 1 июня 2007 г., требует, чтобы согласно Директиве Совета министров ЕС 67/548 от 16.08.1967 все «новые» вещества, представленные на рынок после 1981 г. (около 3000 соединений) (начиная с объема в 10 кг в год и выше), прошли экспертизу «…по

[1] REACH (от Registration, Evaluation, Authorisation, Restriction of Chemicals).

оценке возможных рисков для здоровья населения и окружающей среды в результате их производства и использования…». Указывается, что по «существующим» веществам, которые составляют более 99 % общего количества представленных на рынке, объемы информации по оценке их вредного воздействия и риска, доступные для широкой общественности, недостаточны. В соответствии с требованиями REACH «существующие» и «новые» вещества должны будут пройти через одинаковые процедуры оценки риска [Регламент ЕС № 1907/2006].

REACH возлагает на предприятия полную ответственность за производимые или импортируемые ими химические вещества, обязанности по оценке рисков при обращении химической продукции, управлению рисками и информированию о рисках, а также стимулирование инноваций и развития альтернативных методов оценки степени опасности химических веществ (включая оценку рисков для жизни и здоровья человека). Для веществ, классифицируемых как опасные или стойкие и обладающих способностью к биокумуляции, должна проводиться оценка химической безопасности (Chemical Safety Assessment – CSA), включающая оценку присущих веществу факторов опасности, определение классификации опасности, получение (по возможности) DNEL (Derived No-Effect Level – установленный безопасный уровень воздействия) / PNEC (Predicted No-Effect Concentration – прогнозируемая безопасная концентрация), оценку стойкости, способности к бионакоплению и токсичности вещества и прочее (при необходимости). Требования регламента REACH к проведению CSA определены в технических приложениях к регламенту, а также в руководствах, разрабатываемых Агентством ECHA.

Оценка безопасности химического вещества, проводимая производителем или импортером, должна включать в себя оценку риска, связанного с различными вариантами использования данного вещества, включая всех потребителей вещества по цепочке поставок.

Регламент CLP – Регламент 1272/2008/ЕС по классификации, маркировке и упаковке химических веществ и смесей [ЕС, 2008], принятый в рамках переноса глобальной системы классификации и маркировки веществ (UN GHS) под юрисдикцию Евросоюза, вступил в силу 20 января 2009 г. и к 1 июня 2015 г. полностью заменил Директиву 67/548/ЕЕС по опасным химическим веществам и Директиву по опасным препаратам (1999/45/ЕС) [Регламент ЕС № 1272/2008]. Обязательное соблюдение критериев регламента CLP/GHS по классификации и маркировке химических веществ обязательно с 1 декабря 2010 г., а с июня 2015 г. требования CLP распространяются и на классификацию и маркировку смесей.

Согласно рекомендациям СГС химические вещества и смеси классифицируются в том числе на основании опасностей, связанных с воздействием на здоровье человека (токсичность, мутагенные, канцерогенные свойства и пр.). При этом для некоторых веществ устанавливается обязательность оценки риска (с разным уровнем приоритетности). Результатом исследования GPS является формализованный документ (отчет о GPS), который содержит в себе описание химического вещества, его опасностей для человека, результаты характеристик риска и оценку того, находится ли риск на приемлемом уровне.

Тот же подход к классификации изложен в Рекомендациях ООН по перевозке опасных грузов «Оранжевая книга» [Рекомендация № 112, 1959].

Решение 768/2008/ЕС устанавливает адекватность процедуры оценки соответствия виду и значимости рисков (ст. 4, п. 1) [Решение Европейского парламента № 768/2008/ЕС]. Регламент 852/2004/ЕС от 29.04.2004 «Особые правила организации официального контроля над продукцией животного происхождения, предназначенной для потребления человеком в пищу», устанавливает, что «…характер и интенсивность официального контроля должны основываться на оценке рисков здоровью населения…», где это уместно – «на оценке типа и производительности проводимых технологических процессов…» [Регламент ЕС № 852/2004].

Важно, что практически все законодательные документы Евросоюза подчеркивают значимость научного обоснования критериев безопасности товаров и откры-

тости информации по вопросам опасности (безопасности) продукции. Ряд документов напрямую связывают приводимые критерии с результатами научных исследований, в том числе по оценке риска.

Регламент Еврокомиссии 2073/2005 от 15.11.2005 о микробиологических показателях для пищевых продуктов (Преамбула, п. 9) прямо ссылается на научные доклады (Opinions) Научного комитета по ветеринарным мерам, касающиеся здоровья населения. Указываются основные выводы и рекомендации, сделанные учеными, со ссылками на результаты оценки рисков для здоровья и мнение научной рабочей группы экспертов по биологическим опасностям (рабочая группа экспертов BIONAZ), регламентом устанавливаются микробиологические показатели для пищевых продуктов [Регламент 2073/2005 от 15.11.2005 г.].

В законодательстве США установление обязательных требований к продукции не является основным способом обеспечения безопасности потребителей. К особенностям технического регулирования в США относятся минимальное нормирование; минимальные ограничения для бизнеса и максимальная информативность общества. Основной упор делается не на установление требований к продукции, а на жесткое регулирование требований к информации о ней. Принципиальной исходной позицией, определяющей такой подход, является предположение, что информированность широких кругов общественности, бизнес-сообщества и потребителей о рисках продукции ориентирует производителей на добровольную оценку и минимизацию рисков для жизни и здоровья населения. RACBA, например, предусматривает, что отчет об опасности здоровью, жизни и окружающей среде готовится ранее других документов по продукции. При этом указано, что такой отчет должен содержать релевантную информацию о лабораторных и эпидемиологических исследованиях, доказательство наличия или отсутствия зависимости между опасностью для здоровья и жизни человека и потенциальной деятельностью.

Таким образом, законодательная база, прежде всего США и Евросоюза, по вопросам оценки риска здоровью продукции достаточно развита, охватывает практически все области товарной номенклатуры и широкий круг организационных аспектов.

Изначально развиваемые в отдельных странах процедуры оценки рисков продукции для жизни и здоровья постепенно интегрировались в согласованную деятельность по международной оценке опасностей. Так, проблемы обращения опасных химических веществ рассмотрены в рамках «Повестки дня на XXI век», принятой Конференцией ООН по окружающей среде и развитию в 1992 г. Вопросы рационального регулирования химических веществ нашли отражение в 17 различных многосторонних соглашениях, в частности, в Международном кодексе правил по распределению и использованию пестицидов Продовольственной и сельскохозяйственной Организации Объединенных Наций (ФАО) [UNEP, 1987, 2007], Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением [UNEP, 1989], Монреальском протоколе по веществам, разрушающим озоновый слой, Конвенции Международной организации труда (МОТ) № 170 о безопасности при использовании химических веществ на производстве, Роттердамской конвенции о процедуре предварительного обоснованного согласия в отношении отдельных опасных химических веществ и пестицидов в международной торговле [UNEP/FAO/PIC/CONF/2, 1998], Международной конвенции Международной морской организации (ИМО) по предотвращению загрязнения с судов [Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 г., измененная Протоколом 1978 г. к ней (МАРПОЛ 73/78)] [International Convention, 1973], Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях [принята 22 мая 2001] [Stockholm Convention, 2001] и Международных медико-санитарных правилах [ВОЗ, 2005], принятых ВОЗ 23 мая 2005 г.

Международным сообществом разработана и согласована на глобальном уровне Система классификации опасности и маркировки химической продукции (СГС) [ООН, 2005]. В настоящее время внедрение рекомендаций ООН – СГС проходит более чем в 60 странах, в том числе в США, Канаде, Японии, Китае, Индии, странах СНГ и странах ЕС.

В Российской Федерации и Таможенном союзе аспекты организации, применения оценки риска, круга лиц, ответственных за выполнение оценки риска, информирования о рисках и управления ими освещены существенно слабее.

В целом Россия имеет значительный потенциал для совершенствования собственной законодательной базы, в том числе с учетом богатого опыта зарубежных стран и сообществ и анализа проблем, связанных с безопасностью продукции (товаров) и услуг.

Говоря о законодательной базе оценки риска в сфере безопасности товаров и технического регулирования, нельзя не затронуть вопросы институционализации оценки риска. Обязательность оценки риска в рассматриваемой сфере привела к созданию сети национальных и международных научных, научно-практических, информационных структур, которые выполняют отдельные виды работ в сфере оценки рисков.

GHTF (Global Harmonization Task Force) является организацией, которая занимается гармонизацией регулирующих требований к медицинским изделиям на международном уровне и создана для поддержки процесса сближения этих требований во всем мире.

В соответствии с регламентом REACH функционирует Европейское химическое агентство (EXA).

В рамках международной организации по стандартизации (ISO) по инициативе рабочей группы Комитета ИСО по потребительской политике (ИСО/КОПОЛКО) были специально учреждены проектные комитеты ISO/PC 243 и ISO/PC 240 с целью снижения рисков, связанных с потребительскими товарами.

Комиссия Кодекс Алиментариус, созданная в 1961 г. на 11-й сессии Конференции Продовольственной и сельскохозяйственной организации (FAO) и Всемирной организации здравоохранения, имеет в своем составе ряд специализированных комитетов (например, Комитет Кодекса по пищевым добавкам (CCFA), Комитет Кодекса по загрязняющим примесям в пищевых продуктах (CCCF), а также Объединенный комитет экспертов FAO/WHO по пищевым добавкам (JECFA).

С целью реализации положений системы технического регулирования в рамках Евросоюза создана целая сеть специальных организаций, ответственных за ведение вопросов безопасности продукции, например, Европейский орган по безопасности пищевых продуктов (EFSA), в рамках деятельности которого состоит оценка рисков, связанных со всеми ступенями продовольственной цепи.

В США вопросы безопасности потребительской продукции находятся в ведении Комиссии по безопасности потребительской продукции (CPSC), которая является независимым федеральным органом, ответственным за защиту населения от рисков, связанных с потребительскими продуктами, и участвует, помимо проведения оценки рисков с целью определения потребности в различных «корректирующих действиях» и их целесообразности, в разработке добровольных стандартов с промышленностью; издании и внедрении обязательных стандартов или запрете на применение потребительской продукции, если возможный стандарт не сможет обеспечить должную защиту населения; представлении требований изготовителям по отзыву продукции или организации ее ремонта; проведении исследовательских работ по определению потенциальных рисков продукции; информировании и просвещении потребителей через средства информации, государственные и местные правительства, частные организации и представление ответов на вопросы потребителей и др.

В ряде государств созданы специальные организации, ориентированные на научную поддержку оценки рисков, в том числе оценки рисков продукции (Институт оценки риска Федеративной Республики Германии, Центр по анализу риска безопасности пищевой продукции и прикладному питанию (США), Центр управления рисками, связанными с производство зерна (Уганда), Центральный институт научных исследований в области пищевых продуктов в Будапеште (Венгрия) и др.).

Международные организации также поручают проведение научных исследований по оценке рисков здоровью университетам и медицинским центрам.

Так, в рамках обеспечения безопасности пищевой продукции в ФРГ Европейская комиссия принимает законодательные решения в сфере безопасности продукции, в том числе стандарты безопасности, включающие оценку риска; EFSA – консультирует и обеспечивает научной поддержкой Европейскую комиссию; Бюро по продовольствию и ветеринарии Еврокомиссии (FVO) координирует деятельность федеральных и международных органов и ведет контроль систем безопасности стран-членов ЕС и третьих стран; Федеральное министерство продовольствия, сельского хозяйства и защиты прав потребителей (BMELV) принимает законодательные акты на уровне страны, разрабатывает меры по управлению рисками; Федеральный институт оценки рисков (BfR) и четыре ведомственных института оказывают научно-методическую и информационную поддержку Федеральному министерству продовольствия; Министерства федеральных земель координируют деятельность в сфере надзора и сотрудничают с Федеральным министерством продовольствия (BMELV); Федеральное ведомство защиты прав потребителей и безопасности пищевой продукции (BVL) координирует деятельность между федеральными, земельными органами и органами ЕС; представители контролирующих органов федеральных земель (городские и районные органы) проводят выборочный контроль продукции и систем менеджмента качества; владельцы хозяйствующих субъектов обеспечивают соблюдение требований по безопасности товара. Аналогичные системы в том или ином виде существуют в других странах Европы.

Список сокращений

ЕС – Европейский союз

EFSA – Европейский орган по безопасности пищевых продуктов

RASFF – Rapid Alert System for Food and Feed – система быстрого оповещения о серьезных рисках для потребителей в сфере продуктов питании и кормов

REACH – Registration, Evaluation, Authorisation, Restriction of Chemicals – регистрация, оценка, авторизация и ограничение химических веществ

CSA – Chemical Safety Assessment – оценка химической безопасности

DNEL – Derived No-Effect Level – установленный безопасный уровень воздействия

PNEC – Predicted No-Effect Concentration – прогнозируемая безопасная концентрация

CLP – Classification, Labelling and Packaging – классификация, маркировка и упаковка химических веществ и смесей

FAO – Food and Agriculture Organization – Продовольственная и сельскохозяйственная Организация Объединенных Наций

UNEP – United Nations Environment Programme – Программа ООН по окружающей среде, или ЮНЕП

GHS – Global Harmonised System – система классификации и маркировки химических веществ и смесей (СГС)

ISO – International Organization for Standardization – Международная организация по стандартизации (ИСО)

CCFA – Codex Committee on Food Additives – Комитет Кодекса по пищевым добавкам

JECFA – Joint Expert Committee on Food Additives – Объединенный Комитет экспертов FAO/WHO по пищевым добавкам

FVO – Food and eterinary Office – Бюро по продовольствию и ветеринарии Еврокомиссии

Список литературы к главе 6

Директива 2001/95/ЕС от 03.12.2001 по общей безопасности продукции.

Директива № 2009/48/ЕС Европейского парламента и Совета Европейского союза «О безопасности игрушек».

Директива Европейского парламента и Совета 2014/35/EU от 26 февраля 2014 г., по гармонизации законодательств государств-членов, касающихся обеспечения наличия на рынке электрического оборудования, предназначенного для применения в определенных пределах напряжения.

Директива Европейского Парламента и Совета Европейского союза 2006/42/ЕС от 17 мая 2006 г. о машинах и механизмах.

Зайцева, Н.В. К проблеме контроля пищевой продукции в обороте в рамках риск-ориентированной модели надзора / Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов, В.М. Чигвинцев, Н.В. Никифорова // Анализ риска здоровью. – 2021. – № 4. – С. 26–41.

Зайцева, Н.В. Риск-ориентированный надзор как стратегический инструмент повышения уровня безопасности пищевой продукции на потребительском рынке России / Н.В. Зайцева, И.В. Май // Гигиена питания. – 2020. – Т. 99, № 12. – С. 1398–1406.

Закон Кыргызской Республики от 16 июня 1999 г. № 53 «Об охране окружающей среды».

Закон Республики Беларусь 26 ноября 1992 г. № 1982-XII «Об охране окружающей среды».

Закон Республики Беларусь от 18 июня 2019 г. № 198-З «О радиационной безопасности населения».

Закон Республики Беларусь от 7 января 2012 г. № 340-З «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

Закон Республики Казахстан от 11 апреля 2014 г. № 188-V ЗРК «О гражданской защите».

Закон Республики Казахстан от 16 июля 2001 г. № 242 «Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Казахстан».

Закон Республики Казахстан от 23 апреля 1998 г. № 219 «О радиационной безопасности населения».

Закон Республики Таджикистан от 1 августа 2003 г. № 42 «О радиационной безопасности».

Закон Республики Таджикистан от 16 апреля 2012 г. № 818 «Об экологической экспертизе».

Закон Республики Таджикистан от 2 августа 2011 г. № 760 «Об охране окружающей среды».

Закон США «О повышении безопасности потребительских товаров» № 4040. Consumer Product Safety Improvement Act of 2008.

Законом Кыргызской Республики от 24 июля 2009 г. № 248 «Об общественном здравоохранении».

Кодекс здравоохранения Республики Таджикистан от 30 мая 2017 г. № 1413.

Кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 г. № 400-VI ЗРК «Экологический кодекс Республики Казахстан».

Кодекс Республики Казахстан от 7 июля 2020 г. № 360-VI ЗРК «О здоровье народа и системе здравоохранения».

Конституция Республики Беларусь от 15.03.1994.

Конституция Республики Казахстан от 30.08.1995.

Конституция Республики Таджикистан от 06.11.1994.

Конституция Российской Федерации от 12.12.1993.

Международные медико-санитарные правила. – 3-е изд. – ВОЗ, 2005. – 91 с.

Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой, Конвенции Международной организации труда (МОТ) № 170 о безопасности при использовании химических веществ на производстве.

МР 5.1.0116-17. Риск-ориентированная модель контрольно-надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия. Классификация хозяйствующих субъектов, видов деятельности и объектов надзора по потенциальному риску причинения вреда здоровью человека для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий: методические рекомендации. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2017. – 31 с.

ООН, 2005. Согласованная на глобальном уровне система классификации опасности и маркировки химической продукции (СГС) «Фиолетовая книга» / ООН. – Нью-Йорк, Женева, 2005.

Основы государственной политики в области экологического развития России на период до 2030 года, утверждены Президентом Российской Федерации 30 апреля 2012 года [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/902369004 (дата обращения: 27.11.2023).

Постановление Правительства РФ от 02.02.2006 № 60 «Об утверждении Положения о проведении социально-гигиенического мониторинга». – М., 2006.

Постановление Правительства РФ от 02.12.2017 № 1460 «Об утверждении Положения о приаэродромной территории и Правил разрешения разногласий, возникающих между высшими исполнительными органами государственной власти субъектов Российской Федерации, уполномоченными Правительством Российской Федерации федеральными органами исполнительной власти и Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека при согласовании проекта акта об установлении приаэродромной территории и при определении границ седьмой подзоны приаэродромной территории». – М., 2017.

Постановление Правительства РФ от 03.03.2018 № 222 «Об утверждении Правил установления санитарно-защитных зон и использования земельных участков, расположенных в границах санитарно-защитных зон». – М., 2018.

Постановление 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». – М., 2016.

Постановление Правительства РФ от 30.06.2021 № 1100 «О федеральном государственном санитарно-эпидемиологическом контроле (надзоре)». – М., 2021.

Приказ Минздрава России от 27.01.2022 № 30н «Об утверждении индикатора риска нарушения обязательных требований при осуществлении федерального государственного санитарно-эпидемиологического контроля (надзора)». – М., 2022.

Приказ Роспотребнадзора от 07.12.2022 № 664 «Об утверждении Методики установления седьмой подзоны приаэродромной территории, расчета и оценки рисков для здоровья человека». – М., 2022.

Приказ Роспотребнадзора от 18.01.2016 № 16 «О внедрении Методических рекомендаций «Классификация пищевой продукции, обращаемой на рынке, по риску причинения вреда здоровью и имущественных потерь потребителей для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий». – М., 2016.

Р 2.1.10.1920-04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: руководство. – М., 2004. – 143 с.

Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 № 1662-р «Об утверждении Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года». – М., 2008.

Распоряжение Правительства РФ от 28.04.2023 № 1105-р «О концепции информационной безопасности детей в Российской Федерации». – М., 2023.

Распоряжение Правительства РФ от 29.06.2016 № 1364-р «Об утверждении Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года». – М., 2016.

Распоряжение Правительства РФ от 31.08.2002 № 1225-р «Об одобрении Экологической доктрины Российской Федерации». – М., 2002.

Регламент (ЕС) № 1272/2008 Европейского Парламента и Совета Евросоюза от 16 декабря 2008 года, относительно правил классификации, маркировки и упаковки веществ и смесей, изменения и отмены Директив 67/548/ЕЕС и 1999/45/ЕС, и внесения поправок в Регламент (ЕС) № 1907/2006.

Регламент 178/2002 Европейского парламента и Совета от 28 янв. 2002 г. об установлении общих принципов продовольственного права, учреждения Европейского управления о безопасности и пищевой продукции и закреплении методов обеспечения безопасности пищевой продукции // Официальный журнал ЕС. – 2002. – № L31/1.

Регламент № 1907/2006 Европейского парламента и Совета Европейского союза «О регистрации, оценке, разрешении и ограничении химических веществ (Регламент REACH) и об учреждении Европейского агентства по химическим веществам, о внесении изменений в Директиву 1999/45/ЕС и об отмене Регламента (ЕЭС) 793/93 Совета ЕС и Регламента (ЕС) 1488/94 Европейской Комиссии, а также Директивы 76/769/ЕЭС Совета ЕС и Директив 91/155/ЕЭС, 93/67/ЕЭС, 93/105/ЕС и 2000/21/ЕС Европейской Комиссии».

Регламент Европейского парламента и Совета Европейского союза № 2016/425 от 09.03.2016 О средствах индивидуальной защиты и отмене Директивы Совета 89/686/ЕЭС.

Регламент Европейского парламента и Совета Европейского союза от 05.04.2017 № 2017/745.

Регламент Европейской комиссии 2073/2005 от 15.11.2005 г. о микробиологических показателях для пищевых продуктов.

Регламент ЕС 305/2011/ Regulation (EU) No 305/2011Европейского Парламента и Совета Об установлении гармонизированных условий для распространения на рынке строительной продукции и отмене Директивы 89/106/ЕЕС.

Регламент ЕС № 852/2004 Европейского Парламента и Совета от 29 апреля 2004 года по гигиене пищевых продуктов.

Рекомендации ООН по перевозке опасных грузов «Оранжевая книга». Типовые правила перевозки опасных грузов. Список ООН [Электронный ресурс]. – URL: http://abdtp.ru/dtp3/info_catalog/norm_prav/00_Mezhdunarodnye_dokumenty/wdoc_rec_OrangeBook.htm (дата обращения: 27.11.2023).

Решение Европейского парламента и Совета от 9 июля 2008 года № 768/2008/ЕС, определяющее общие условия реализации продукции и отменяющее решение 93/465/ЕЭС Совета [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/902264722 (дата обращения: 27.11.2023).

Решение Комиссии Таможенного союза от 28.05.2010 № 299 «Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/902249108#64U0IK (дата обращения: 27.11.2023).

Руководство ИСО/МЭК 51:1999. Аспекты безопасности. Руководящие указания по включению их в стандарты: руководство. – М., 2006.

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. – М., 2021.

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. – М., 2003.

Соглашение о проведении согласованной политики в области технического регулирования, санитарных и фитосанитарных мер от 25.01.2008 (действие приостановлено с 01.01.2015) [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/902207253 (дата обращения: 27.11.2023).

Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения». – М., 1996.

Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды». – М., 2002.

Федеральный закон от 26.12.2008 № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля». – М., 2008.

Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании». – М., 2002.

Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании». – М., 2002.

Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения». – М., 1999.

Федеральный закон от 31.07.2020 № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации». – М., 2020.

International Convention. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 года, измененная Протоколом 1978 года к ней (МАРПОЛ 73/78) (с изменениями на 17 февраля 1978 года) [Электронный ресурс]. – 1973. – URL: http://www.idgca.org/doc/app6_020215.pdf (дата обращения: 29.11.2023).

Risk Assessment and Cost Benefit Act of 1995: regulatory reform and the legislation of science [Электронный ресурс] // Journal Legislation. – Vol. 23. – P. 61–91. – URL: https://scholarship.law.nd.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1214&context=jleg (дата обращения: 29.11.2023).

Stockholm Convention. Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях (принята 22 мая 2001) с поправками, внесенными в 2009 году / ООН, ЮНЕП. – 2010. – 64 с.

UNEP. Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением / ЮНЕП. – 1989.

UNEP. Международный кодекс правил по распределению и использованию пестицидов Продовольственной и сельскохозяйственной Организации Объединенных Наций (ФАО). – 1987, 2007.

UNEP. Роттердамская конвенция о процедуре предварительного обоснованного согласия в отношении отдельных опасных химических веществ и пестицидов в международной торговле / ООН, ЮНЕП. – 1998. – 38 с.

ГЛАВА 7
ОПТИМИЗАЦИЯ СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ РИСКА ЗДОРОВЬЮ

7.1. Место оценки риска для здоровья в системе социально-гигиенического мониторинга

Выделение приоритетных общегосударственных проблем и стратегических целей требует надежной информационно-аналитической основы. В части санитарно-эпидемиологических оценок, выявления изменений и прогнозирования состояния среды обитания и здоровья населения, факторов, которые могут оказать наиболее значимое влияние на медико-демографические показатели страны, такой основой является система социально-гигиенического мониторинга (СГМ).

Именно система СГМ призвана аккумулировать информацию, обеспечивающую установление причинно-следственных связей между здоровьем россиян и факторами, на него влияющими, а также выполнять ряд глубоких наукоемких аналитических задач в интересах лиц, принимающих решения на различных уровнях государственности.

Во многом усилению роли СГМ как государственной системы наблюдения, анализа, оценки и прогноза состояния здоровья населения и среды обитания, обоснования разработки и принятия мер по устранению вредного воздействия на население факторов среды обитания человека [Попова А.Ю. и др., 2019] в прошедшие десятилетия способствовала реализация «Концепции социально-гигиенического мониторинга» и «Основ организации социально-гигиенического мониторинга на 1996–2007 гг.», одобренные решением Коллегии Госсанэпиднадзора РФ от 28 марта 1996 г.

Действующее на текущий момент «Положение о проведении социально-гигиенического мониторинга», утвержденное Постановлением Правительства Российской Федерации от 2 февраля 2006 г. № 60, определяет цель социально-гигиенического мониторинга как обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения, которое достигается последовательным решением основных задач:

♦ гигиеническая оценка (диагностика) факторов среды обитания человека и состояния здоровья населения;

♦ выявление причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания человека на основе системного анализа и оценки риска для здоровья населения;

♦ установление причин и выявление условий возникновения и распространения инфекционных и массовых неинфекционных заболеваний (отравлений);

♦ подготовка предложений для принятия федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления необходимых мер по устранению выявленных вредных воздействий факторов среды обитания человека.

Решение каждой из задач требует наличия релевантной исходной информации и адекватного научно-методического обеспечения. Методология оценки риска здоровью по своим принципам, методам и логической структуре полностью соответствует назначению СГМ. Как следствие, именно в рамках социально-гигиенического мониторинга оценка риска здоровью получила свое наибольшее распространение.

Внедрение методологии оценки риска здоровью в систему социально-гигиенического мониторинга началось с Постановления Минздрава РФ № 25, Госкомэкологии РФ № 03-19/24-3483 от 10 ноября 1997 г. «Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровья населения в Российской Федерации». Этот стратегический как по своей сути, так и практической значимости документ дал толчок реализации серии эффективных шагов по внедрению методологии оценки риска в практику управления качеством среды обитания и здоровьем населения, в том числе через систему СГМ [Онищенко Г.Г., 2005].

Необходимость оценки риска закреплена «Концепцией развития системы социально-гигиенического мониторинга в Российской Федерации на период до 2030 года»[1], которая направлена на совершенствование существующей государственной межведомственной системы социально-гигиенического мониторинга. Развитие системы СГМ в целях повышения результативности и эффективности информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей предполагает:

– повышение адекватности мер по управлению рисками для здоровья населения;

– контроль и информирование о риске для здоровья населения, мерах по его предотвращению и снижению;

– поддержку риск-ориентированной и профилактической модели надзорной деятельности.

При этом методология оценки риска в системе социально-гигиенического мониторинга ориентирована на решение следующих задач:

– качественно и количественно оценивать вероятность возникновения негативных последствий для здоровья населения в условиях конкретной экспозиции вредных факторов среды обитания;

– устанавливать контингенты риска среди групп населения, подверженных вредному воздействию;

– выделять для условий конкретного воздействия те виды нарушений здоровья, которые ассоциированы с этим воздействием;

– оценивать структуру риска (вклад факторов в суммарный риск) с выделением приоритетных факторов опасности, оказывающих наиболее существенное негативное воздействие на состояние здоровья населения;

– выделять территории (зоны, участки) с наибольшими уровнями рисков для здоровья и, напротив, территории санитарно-эпидемиологического благополучия;

– обосновывать направления исследований по доказательству фактического вреда здоровью и связанного с этим вредом экономического ущерба;

– прогнозировать негативные или позитивные изменения состояния здоровья населения на основе предполагаемого изменения качества среды обитания.

Для формирования информационных массивов, которые должны были явиться основой гигиенической аналитики и оценки риска, был создан Федеральный информационный фонд социально-гигиенического мониторинга (ФИФ СГМ), который накапливает объективные данные органов и организаций Роспотребнадзора, Росгидромета и иных уполномоченных органов исполнительной власти. ФИФ СГМ представляет собой базу данных о состоянии среды обитания человека и здоровья населения, сформированную на основе многолетних динамических наблюдений, а также

[1]Приложение к приказу Роспотребнадзора от 26.08.2019 № 665 «Об утверждении концепции развития социально-гигиенического мониторинга». – М., 2019.

совокупность нормативных правовых и иных актов, методических документов, регламентирующих ведение анализа, прогноза и выявления причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания человека, других материалов общего назначения и специальной информации в области гигиенической диагностики влияния факторов среды обитания на здоровье населения и оценки риска для здоровья [Приказ Роспотребнадзора от 17.11.2006 № 368]. Перечень показателей и данных, накапливаемых в базах ФИФ СГМ, характеризует состояние среды обитания, здоровья населения и социально-экономического развития регионов. Накопленные данные позволяют оценивать риск возникновения нарушений здоровья под воздействием макро- и микросоциальных факторов, факторов внешней и производственной среды, рассматривать сочетанное воздействие факторов. Длинные динамические ряды данных, накапливаемые в ФИФ СГМ в разрезе всех субъектов Российской Федерации, делают возможной оценку риска и глубокий наукоемкий анализ риска как на уровне страны в целом, так и на уровне отдельных ее регионов.

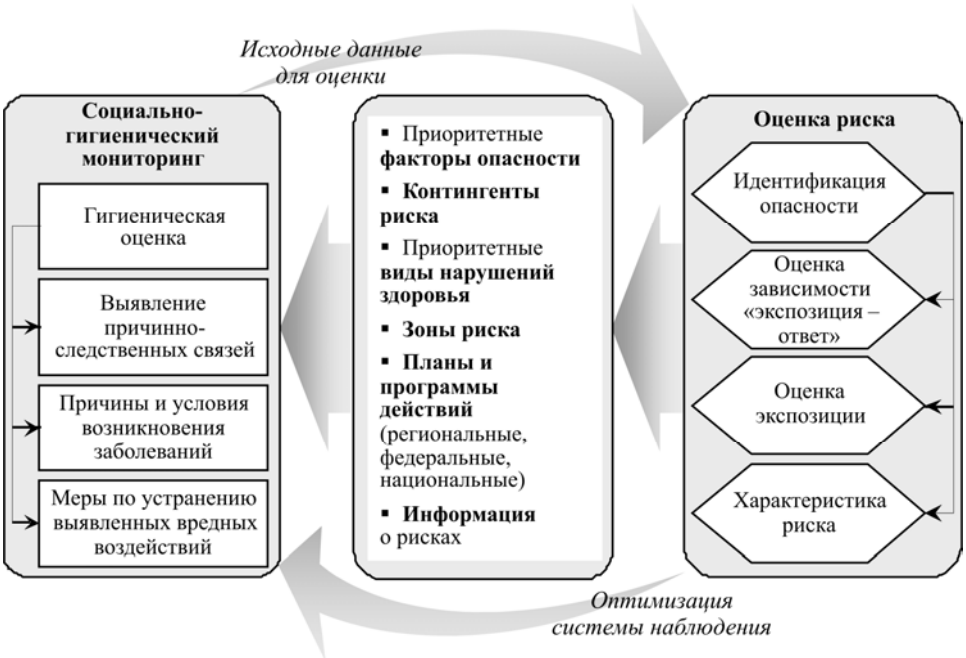


Рис. 7.1.1. Оценка риска в системе социально-гигиенического мониторинга

Расширение практики использования методологии оценки риска в рамках социально-гигиенического мониторинга потребовало научного обоснования и разработки соответствующих методических документов.

На текущий момент под задачи оценки риска в рамках СГМ разработано более десятка документов, включая «Руководство по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания» [Р 2.1.10.3968-23], «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» [Р 2.2.3969-23], методические указания «Разработка и проведение санитарно-противоэпидемических мероприятий на основе анализа риска для здоровья человека» [МУ 1.1.3544-18], ряд методических рекомендаций [МР 5.1.0116-17; МР 2.2.0138-18; МР 5.1.0158-19; МР 2.1.10.0156-19; МР 2.1.6.0157-19; МР 2.6.1.0295-22 и т.п.].

Закрепленные методическими документами подходы широко применяются в практике социально-гигиенического мониторинга регионов страны. Масштабные исследования выполняются в Воронежской [Пичужкина Н.М. и др., 2018] и Свердловской областях [Бармин Ю.Я. и др., 2019; Благодарева М.С. и др., 2018], Пермском крае [Зайцева Н.В. и др., 2021а], Санкт-Петербурге [Мироненко О.В. и др., 2020], Москве [Авалиани С.Л. и др., 2001; Андреева Е.Е., 2018; Ревич Б.А. и др., 2020], Самаре [Цунина Н.М. и др., 2018], Оренбурге [Боев В.М. и др., 2018, 2021] и т.п.

В основном оценка риска связана с изучением воздействия химического фактора на население и заключается в установлении вероятности формирования онкологических заболеваний в течение жизни (канцерогенный риск) или полуколичественной оценке неканцерогенных эффектов (определения коэффициентов или индексов опасности). В развитие существующих подходов предложен и апробирован методический подход, включающий пять последовательных этапов, к апостериорной количественной оценке неканцерогенного риска здоровью населения в виде дополнительных ассоциированных с качеством объектов среды обитания случаев заболеваний, базирующийся на унифицированных и утвержденных методах оценки экспозиции, риска здоровью, математической параметризации причинно-следственных связей в системе «среда обитания – здоровье населения», расчете дополнительных случаев ассоциированной заболеваемости и сопряженной оценке полученных результатов [Зайцева Н.В. и др., 2023]. Результаты данной оценки дополняют и уточняют результаты анализа риска здоровью, придают им весомость и гигиеническую значимость в практике гигиенических оценок, расследований и экспертиз, а также существенно облегчают принятие адекватных управленческих решений по реализации конституционально-закрепленного права граждан на благоприятную окружающую среду.

Как факторы опасности рассматриваются вещества, загрязняющие атмосферный воздух, питьевые воды, почвы, продукты питания, а также производственную среду [Май И.В. и др., 2021а; Механтьев И.И., 2020; Дерябин А.Н. и др., 2019; Лыжина А.В. и др., 2018; Егорова А.М. и др., 2021]. Результаты оценки риска в рамках социально-гигиенического мониторинга используются для обоснования управленческих решений в части природоохранных и санитарно-гигиенических мероприятий на конкретных источниках воздействия, архитектурно-планировочных мер по выводу объектов из зон жилой застройки, созданию буферных территорий, разработки и реализации программ медико-профилактической помощи населению и т.п. [Попова А.Ю. и др., 2019; Козловских Д.Н. и др., 2022; Хасанова Ш.А. и др., 2021; Зеленко А.В. и др., 2021]. По результатам оценки рисков для здоровья в рамках СГМ разрабатываются оптимальные рационы питания, реализуются меры адресной реабилитационной и профилактической помощи населению, проживающему в зонах недопустимого риска, формируются предложения по оптимизации надзорных мероприятий.

Кроме того, методология оценки риска может рассматриваться и как инструмент для совершенствования системы лабораторных исследований в рамках СГМ. Обоснованные по критериям риска для здоровья оптимальные сети постов и программы наблюдений позволяют получать наиболее корректную информацию о факторах опасности и уровнях риска для здоровья, в том числе в динамике. Такое «самосовершенствование» СГМ обеспечивает максимальную адекватность лабораторных исследований реальной ситуации при минимальном достаточном объеме измерений. В сопряжении с современными компьютерными географическими информационными системами (ГИС) пространственная интерпретация результатов оценки риска в рамках СГМ дает возможность оценить и количество населения, подверженного воздействию, и особенности пространственного распределения рисков.

Вместе с тем для более широкого применения методологии в рамках СГМ требуется более развитая методическая поддержка всех этапов оценки риска: идентификации опасности, установления зависимостей «доза – ответ», оценки экспозиции и т.п.

7.2. Методические подходы и практика оптимизации сети и программ лабораторных исследований в рамках системы социально-гигиенического мониторинга с использованием методологии оценки риска здоровью

С момента создания в 1992 г. и до настоящего времени социально-гигиенический мониторинг (СГМ) функционирует как сложная открытая система длительного сбора и обработки разнородных данных о параметрах среды обитания, социально-экономических показателях жизни населения регионов страны, медико-демографических характеристиках общества в целом и отдельных контингентов населения. В рамках системы СГМ силами Роспотребнадзора ежегодно выполняются сотни тысяч инструментальных измерений на объектах среды обитания во всех субъектах Российской Федерации. Только в 2022 г. было исследовано более 1340 тыс. проб атмосферного воздуха, свыше 1916 тыс. проб питьевой воды систем централизованного и нецентрализованного питьевого водоснабжения, более 257 тыс. проб почвы территорий населенных мест [Государственный доклад, 2023]. Накопленная объемная и динамическая информация отражает состояние среды обитания практически всего населения страны. Никакая иная государственная система мониторинга в Российской Федерации не носит столь межведомственного характера и не ориентирована на сбор и обработку столь разнообразной информации.

Система предусматривает возможность функционального развития. Наиболее существенным поступательным изменением в СГМ с момента ее создания стало использование методологии оценки риска здоровью при воздействии вредных факторов среды обитания. Последнее было обеспечено принятием межведомственного постановления «Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровья населения Российской Федерации» [Постановление Главного государственного санитарного врача РФ № 25 от 10.11.1997, Постановление Главного государственного инспектора РФ по охране природы № 03-19/24-3483 от 10.11.1997].

Документ повлек за собой серию эффективных практических шагов по существенному расширению аналитических возможностей мониторинга. Появилась возможность структурировать риски, оценивать вклад отдельных факторов в суммарный риск и выделять приоритеты; устанавливать территории (зоны, участки) с наибольшими уровнями рисков для здоровья и, напротив, территории наибольшего санитарно-эпидемиологического благополучия; прогнозировать негативные или позитивные изменения состояния здоровья населения на основе анализа тенденций изменения качества среды обитания.

Изменение общей парадигмы контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора с переходом на риск-ориентированную модель [Федеральный закон № 294-ФЗ от 26.12.2008] послужило значимым основанием для «переформатирования» СГМ [Зайцева Н.В. и др., 2016], в том числе придания исследованиям и измерениям системы социально-гигиенического мониторинга принципиально нового статуса мероприятий по контролю без взаимодействия с юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями [Федеральный закон № 277-ФЗ от 29.06.2016].

Поскольку СГМ изначально имел в качестве важнейшей задачи обоснование мер по устранению вредного воздействия факторов среды обитания человека на население, то, очевидно, что измерения и исследования должны быть максимально ориентированы на зоны влияния источников вредных факторов. В этом случае научной проблемой является выбор оптимальных точек мониторинга и формирование программ инструментальных исследований атмосферного воздуха, природных и питьевых вод, почв в зонах влияния объектов чрезвычайно высокого, высокого и значительного риска для здоровья.

При этом выбор точек и программ исследований должен в итоге обеспечивать получение надежных и доказательных результатов, в том числе указывающих на наличие угрозы причинения вреда жизни и здоровью человека и на объект, формирующий угрозу причинения вреда жизни и здоровью (при наличии такой угрозы). Следовательно, формирование программ СГМ должно осуществляться и на современном этапе осуществляется с учетом следующих требований: точка мониторинга располагается на территории наибольшего потенциального риска причинения вреда здоровью хозяйствующим субъектом при нарушении санитарного законодательства и наибольшего уровня смертности и заболеваемости, ассоциированной с воздействием вредного фактора; программа мониторинга направлена на измерение факторов, формирующих наибольшие риски для здоровья; программа мониторинга включает минимальное достаточное число наблюдений для последующей аналитической обработки.

В результате данные федерального и региональных информационных фондов обладают колоссальным аналитическим потенциалом и позволяют выполнять наукоемкую обработку информации в системе «среда – здоровье» для самых разных задач управления санитарно-эпидемиологической ситуацией. Корректность размещения постов лабораторных измерений в рамках системы СГМ и адекватность программ наблюдений реальным условиям воздействия на население является залогом точных оценок ситуации и, соответственно, надежности и эффективности управляющих решений, принимаемых на базе этих оценок.

Для задач оптимизации сети наблюдений СГМ крайне важным представляется выделение тех зон (участков) территорий, на которых население подвержено наибольшим рискам для здоровья [Зайцева Н.В. и др., 2019; Клейн С.В. и др., 2020; Май И.В. и др., 2021b]. При этом в расчет должны быть приняты разные пути поступления вредных факторов, острые воздействия и хронические неканцерогенные эффекты, а также вероятность возникновения онкологических заболеваний под влиянием канцерогенных факторов и т.п. Притом, что инструментальные исследования качества объектов среды обитания являются достаточно дорогостоящей процедурой, критерием оптимизации системы натурных исследований в СГМ являлось минимальное число точек отборов проб и исследуемых факторов, обеспечивающих наличие данных об экспозиции населения и потенциальных рисках для здоровья.

Особенно важной представляется оптимизация сети постов и программ инструментальных измерений в рамках СГМ на территориях крупных промышленно развитых поселений, где пространственная изменчивость качества среды обитания, а следовательно, и угроз для здоровья граждан, довольно высока и определяется большим числом факторов опасности.

С целью научного обоснования минимального достаточного числа точек мониторинга атмосферного воздуха в населенном пункте предложен методический подход, основанный на последовательном выделении зон, которые характеризуются различными по набору и интенсивности факторами риска для здоровья, оценке риска для каждой зоны и выборе факторов, формирующих максимальные вклады в этот риск.

Так, зонирование территории может быть выполнено на основании расчетов рассеивания с использованием сводной базы данных по максимально доступному перечню стационарных и передвижных источников загрязнения атмосферного воздуха. Расчетная регулярная сетка формируется таким образом, чтобы имелась возможность оценить экспозицию населения всех селитебных участков города. Расчеты выполняются по всем химическим примесям, по которым имеются данные о вредных эффектах для здоровья и которые могут быть включены в оценку острого и / или хронического канцерогенного и неканцерогенного риска (N). В результате серии расчетов каждая точка (x, y), расположенная в жилой застройке, характеризуется N-м набором концентраций опасных примесей.

На основе полученных данных в каждой расчетной точке сетки вычисляют параметры канцерогенного и острого и хронического неканцерогенного риска с использованием стандартных процедур:

– рассчитывают коэффициенты опасности каждой примеси при кратковременных и / или хронических воздействиях;

– рассчитывают уровни индивидуального канцерогенного риска.

В результате формируется массив пространственных данных, где каждая расчетная точка с координатами (X; Y) характеризуется коэффициентами опасности при остром ($HQac_i$), хроническом ($HQch_i$) воздействии и величиной индивидуального канцерогенного риска (CR_i) (7.2.1):

$$\left\{R\left(x;y\right)\right\}^T = \left\{CR_1 ... CR_i, HQac_1 ... HQac_i, HQch_1 ... HQch_i\right\}, \qquad (7.2.1)$$

где CR – индивидуальный канцерогенный риск;

$HQac_i$ – коэффициент опасности при остром воздействии;

$HQch_i$ – коэффициент опасности при хроническом воздействии.

Поскольку параметры канцерогенного и неканцерогенного риска имеют разную размерность, перед проведением процедуры кластеризации параметры стандартизируют (7.2.2):

$$Y = \frac{X - \overline{X}}{S}, \qquad (7.2.2)$$

где X – исходное значение параметра;

Y – стандартизированное значение параметра;

$\overline{X}$ – среднее значение параметра;

S – стандартное отклонение.

Полученная матрица данных подвергается кластерному анализу, который может быть проведен различными стандартными средствами, позволяющими разбить изучаемую совокупность расчетных точек на группы «схожих» по системе параметров кластеров. Апробирован и признан надежным анализ с использованием пакета прикладных программ SAS, Statistica и т.п. В результате анализа получают кластеры – группы точек на территории, которые характеризуются однородными параметрами риска здоровью.

Количество кластеров на территории может быть значительным, если площадь территории достаточно большая, а номенклатура факторов опасности – велика. Количество кластеров может быть задано с учетом рекомендаций действующих нормативных документов[1].

По результатам кластеризации для каждого группы точек (кластера), характеризующих определенную территорию, рассчитываются средние характеристики уровней острого, хронического неканцерогенного и канцерогенного риска. При этом уровни экспозиции в кластере задаются средними (MEEN) характеристиками факторов воздействия $k \cdot (l + n + m)$ (7.2.3):

$$\left[M\right]^T = \begin{bmatrix} \overline{CR_1^1 ... CR_l^1} & \overline{HQac_1^1} ... \overline{HQac_n^1}, & \overline{HQch_1^1} ... \overline{HQch_m^1} \\ \overline{CR_1^2 ... CR_l^2} & \overline{HQac_1^2} ... \overline{HQac_n^2}, & \overline{HQch_1^2} ... \overline{HQch_m^2} \\ \dots & \dots & \dots \\ \overline{CR_1^k ... CR_l^k}, & \overline{HQac_1^k} ... \overline{HQac_n^k}, & \overline{HQch_1^k} ... \overline{HQch_m^k} \end{bmatrix}, \qquad (7.2.3)$$

где [M] – матрица кластерных средних;

CR – уровень индивидуального канцерогенного риска;

[1] Примечание: РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. – М.: Гидрометеоиздат, 1989: один пост – до 50 тыс. жителей, 2 поста – до 100 тыс. жителей, 2–3 поста – 100–200 тыс. жителей, 3–5 постов – 200–500 тыс. жителей, 5–10 постов – более 500 тыс. жителей, 10–20 постов (стационарных и маршрутных) – более 1 млн жителей.

HQac – коэффициент опасности при остром воздействии;

HQch – коэффициент опасности при хроническом воздействии;

k – количество кластеров;

l – количество веществ, участвующих в расчете индивидуального канцерогенного риска;

n – количество веществ, для которых оценивается коэффициент опасности при остром воздействии;

m – количество веществ, для которых оценивается коэффициент опасности при хроническом воздействии.

Кластеры ранжируют с учетом критериев допустимого риска. Критерии ранжирования и характеристика кластеров с позиций организации инструментальных исследований в рамках СГМ:

– I ранг (высокий уровень риска, неприемлем для производственных условий и населения): $CR > 10^{-3}$ (один показатель и более), $HQac > 3$ (один коэффициент и более), $HQch > 3$ (один коэффициент и более). Обязательным является постоянный мониторинг по полной программе в режиме стационарного поста наблюдения. Рекомендуется проведение мониторинга в режиме online.

– II ранг (настораживающий уровень риска, допустим для производственных условий, недопустим для населения): $10^{-4} < CR \leq 10^{-3}$, *HQac* и / или *HQch* в диапазоне (1; 3] (все коэффициенты). Обязательным является постоянный мониторинг по полной программе в режиме стационарного поста наблюдения. Допускается мониторинг по сокращенной программе в режиме маршрутного поста наблюдения.

– III ранг (допустимый уровень риска): $10^{-6} < CR \leq 10^{-4}$, *HQac* и / или *HQch* в диапазоне (0,1; 1] (все коэффициенты). Рекомендуются выборочные рекогносцировочные наблюдения по неполной программе измерения, в том числе в условиях неблагоприятных метеоусловий. Допускается режим маршрутного поста наблюдения или подфакельных исследований.

– IV ранг (минимальный (желательный, целевой) уровень риска): $CR \leq 10^{-6}$, $HQ \leq 0{,}1$ (каждый коэффициент). Мониторинг не требуется. Возможно проведение выборочных исследований в условиях изменения гигиенической ситуации, появления новых источников воздействия и т.п.

Для кластеров I–III рангов выбирается оптимальная точка размещения поста наблюдения и формируется программа инструментальных измерений.

Для выделения внутри кластера точки размещения поста наблюдения за качеством атмосферного воздуха для СГМ расположение кластеров сопрягают с пространственным распределением плотности проживания для оценки численности населения под воздействием. Оптимальным представляется выполнение такой операции в среде геоинформационной системы на основе векторной карты территории. К примеру, если расчетная сетка покрывает всю селитебную территорию, то для каждого сегмента может быть определена численность населения как функция от плотности проживания. Как следствие, для размещения поста (постов) мониторинга могут быть выбраны реперные точки, которые находятся в границах кластера и относятся к сегментам с максимальной плотностью проживания населения. Это позволит в результате измерений получить данные, которые являются репрезентативными для всего кластера и в наибольшей степени характеризуют среду обитания большей части населения.

В границах каждого кластера выбираются точки для мониторинга с учетом наибольшей плотности экспонируемого населения (> 75 % P^Nmax по кластеру) и параметров формируемого риска. Параметры риска в выбранных реперных точках с высокой плотностью населения соотносят с критериями приемлемости риска и относят к какому-либо рангу согласно табл. 7.2.1.

В каждой реперной точке ранги суммируются, и точка с наименьшей суммой рангов является оптимальной для расположения поста наблюдения качества атмосферного воздуха в данной зоне (кластере). Для каждого поста мониторинга формируют программу наблюдения (полная, неполная, сокращенная программа или система подфакельных исследований) и определяют перечень веществ, подлежащих измерению.

Таблица 7.2.1

Критерии ранжирования параметров риска для здоровья населения в кластерах для формирования программ мониторинга качества атмосферного воздуха

Степень приоритетности загрязняющих веществ	Показатель риска здоровью населения*	Ранг
Низкая	$CR \le 10^{-6}$ и / или $HQ \le 0{,}1$	IV
Средняя	$10^{-6} < CR \le 10^{-4}$ и / или $0{,}1 < HQ \le 1$	III
Высокая	$10^{-4} < CR \le 10^{-3}$ и / или $1 < HQ \le 3$	II
Максимальная	$CR > 10^{-3}$ и / или $HQ > 3$	I

Примечание: * – обозначения в тексте.

Формирование программ наблюдения выполняется на основе оценки вклада отдельных химических примесей в формирование недопустимых рисков для здоровья. В программу включают все примеси, которые в сумме вносят не менее 80 % в недопустимые уровни неканцерогенного (острого и хронического) и канцерогенного риска для здоровья, включая в обязательном порядке все примеси, коэффициенты опасности которых превышают допустимые уровни. Приоритизация загрязняющих веществ в каждом кластере может быть выполнена путем ранжирования средних значений параметров риска по отдельным примесям по каждому кластеру ([*M*]) согласно критериям, приведенным в табл. 7.2.2.

Таблица 7.2.2

Критерии ранжирования веществ – факторов риска для здоровья для задач формирования программ СГМ

Степень приоритетности загрязняющих веществ	Показатель риска здоровью населения	Рекомендации по включению в программы мониторинга
Высокая	Вклад в недопустимый канцерогенный и неканцерогенный острый или хронический риск более 50 %	Обязательное включение в полные программы наблюдений
Средняя	Вклад в недопустимый канцерогенный и неканцерогенный острый или хронический риск от 25 до 50 %	Рекомендуется включение в полные, неполные или сокращенные программы наблюдений
Низкая	Вклад в недопустимый канцерогенный и неканцерогенный острый или хронический риск от 10 до 25 %	Рекомендуется включение в программы подфакельных или рекогносцировочных наблюдений
Не приоритетны	Недопустимые риски отсутствуют или вклад в недопустимый канцерогенный и неканцерогенный острый или хронический риск менее 10 %	Включению в программы инструментальных исследований не подлежат

Окончательный объем программ наблюдений определяется экспертно с учетом экономических и иных параметров, а также инструментальных наблюдений, выполняемых в рамках экологического мониторинга на территории, производственного контроля, исследований в ходе контрольно-надзорной деятельности. При наличии измерений, которые выполняются иными организациями, программы СГМ составляются с учетом исключения дублирования исследований и возможности обмена данными между государственными службами.

В целом оптимально обоснованные программы мониторинга качества атмосферного воздуха на минимально достаточном числе постов отбора проб могут в полной мере обеспечить исходными данными потребности в адекватной гигиенической оценке ситуации. Для целей гигиенических оценок санитарно-эпидемиологической ситуации на территории, включая оценку рисков для здоровья, рекомендует-

ся проведение исследований на посту по полной или неполной программе, что позволило бы в течение года получить не менее 300 разовых измерений концентраций примесей [РД 52-04.186-89] и обеспечить статистически достоверные данные о качестве атмосферы и уровнях рисков для здоровья [РД 52.04.667-2005].

Методические подходы по оптимизации размещения постов и программ мониторинга для решения различных задач апробировали на примере Казани, Красноярска, Братска, Норильска, Читы, Сочи, Перми, других крупных городов и городов-миллионников с высокой численностью населения.

Например, для Перми – города-миллионника, крупного экономического и промышленного центра Западного Урала – была решена проблема оптимального размещения минимального достаточного числа постов для отбора проб атмосферного воздуха и перечней мониторируемых показателей для долгосрочного наблюдения за уровнем риска для здоровья, прогноза изменения показателей и оценки эффективности управления рисками на уровне муниципалитета. Для Казани, Сочи и Красноярска оптимизацию постов и программ мониторинга выполняли в целях наблюдения за качеством воздуха в периоды проведения массовых спортивных мероприятий: летняя Универсиада 2013 г., зимние Олимпийские игры 2014 г., зимняя Универсиада 2019 г. соответственно. Для Красноярска, Братска, Норильска и Читы аналогичная работа была выполнена в рамках реализации мероприятий Федерального проекта «Чистый воздух» (см. соответствующий раздел настоящей монографии).

Так, задача оптимизации сети постов и программ наблюдений в одном из крупных промышленных центров (городе-миллионнике) возникла в связи с высокой техногенной нагрузкой, повышенными уровнями заболеваемости населения по ряду классов болезней и необходимостью установления источников рисков для здоровья.

На начальном этапе для исследуемой территории был составлен максимально полный список всех потенциально опасных для здоровья человека химических соединений, поступающих в организм ингаляционным путем. Установлено, что из всего перечня химических факторов, загрязняющих атмосферный воздух, порядка 80 примесей могут доказано формировать негативные эффекты в состоянии здоровья населения.

В результате кластерного анализа показателей канцерогенного, острого и хронического неканцерогенного риска здоровью населения были получены девять кластеров, характеризующихся однородными значениями показателей риска. Установлено, что практически во всех кластерах риск превышает «допустимый» уровень: индивидуальный канцерогенный пожизненный риск превышал уровень $1 \cdot 10^{-4}$; индексы опасности неканцерогенного риска превышали 1,0 по тем или иным критическим органам и системам в зависимости от специфики экспозиции. Обобщенные данные по уровням риска в выделенных зонах приведены в табл. 7.2.3.

Для каждого кластера были выбраны точки оптимального расположения постов СГМ и определены химические примеси, которые вносили наибольшие вклады в риски для здоровья.

Выявлено, что из значительного перечня примесей, выбрасываемых в атмосферный воздух исследуемой территории, более 80 % риска для здоровья населения формируют только 17 веществ, которые рекомендовано включить в программы мониторинга. Программы наблюдений были дифференцированы в соответствии со структурой риска и долевыми вкладами веществ в риски.

В среднем на постах СГМ рекомендовано выполнять измерения 6–9 веществ, вносящих наибольшие вклады в риск для здоровья. При этом в зонах, где риск выше и загрязнение является более сложным и многокомпонентным, требуется проведение исследований по большему числу химических примесей – до 16 (включая примеси, обязательные для измерения).

Например, на стационарном посту в зоне влияния крупнейшего многопрофильного промышленного узла по критериям канцерогенного риска был рекомендован обязательный мониторинг бенз(а)пирена и хрома; по критериям острого неканцерогенного риска – акролеина, азота диоксида и сероводорода; по критериям хронического неканцерогенного риска – взвешенных веществ, формальдегида и бензола.

Таблица 7.2.3

Средние для кластеров параметры риска для здоровья, рассчитанные для задач оптимизации постов и программ наблюдения в рамках СГМ на территории промышленного центра

Номер поста	Показатель риска для здоровья (наихудший из установленных)		Ранг	Рекомендуемые программы наблюдения
1	Канцерогенный	$2 \cdot 10^{-4}$	I	Полная программа в режиме стационарного поста
	Неканцерогенный острый	5,8		
	Неканцерогенный хронический	18,8		
2	Канцерогенный	$2 \cdot 10^{-5}$	I	Полная программа в режиме стационарного поста
	Неканцерогенный острый	2,3		
	Неканцерогенный хронический	21,33		
3	Канцерогенный	$1 \cdot 10^{-5}$	I	Полная программа в режиме стационарного поста
	Неканцерогенный острый	1,43		
	Неканцерогенный хронический	48,4		
4	Канцерогенный	$1 \cdot 10^{-5}$	I	Полная программа в режиме стационарного поста
	Неканцерогенный острый	1,37		
	Неканцерогенный хронический	42,3		
5	Канцерогенный	$2 \cdot 10^{-6}$	I	Полная программа в режиме стационарного поста
	Неканцерогенный острый	1,03		
	Неканцерогенный хронический	52,6		
6	Канцерогенный	$2 \cdot 10^{-6}$	I	Полная программа в режиме стационарного поста
	Неканцерогенный острый	< 0,1		
	Неканцерогенный хронический	30,2		
7	Канцерогенный	$1 \cdot 10^{-4}$	I	Полная программа в режиме стационарного поста
	Неканцерогенный острый	< 1,0		
	Неканцерогенный хронический	11,2		
8	Канцерогенный	$1 \cdot 10^{-3}$	II	Допускается мониторинг по сокращенной программе в режиме маршрутного поста наблюдения
	Неканцерогенный острый	1,37		
	Неканцерогенный хронический	4,5		
9	Канцерогенный	$5 \cdot 10^{-6}$	II	Допускается мониторинг по сокращенной программе в режиме маршрутного поста наблюдения
	Неканцерогенный острый	1,73		
	Неканцерогенный хронический	5,2		

Во избежание дублирования инструментальных исследований полученные зоны риска и точки размещения постов СГМ сопрягали с точками расположения существующих постов Росгидромета. Анализ показал, что ряд стационарных постов экологического мониторинга являются репрезентативными для кластеров, выделенных по критериям риска для здоровья. Данный факт свидетельствует, что данные постов экологического мониторинга можно и должно использовать в системе СГМ, дополнив их теми примесями, которые не исследуются на постах Росгидромета, но формируют высокие риски для здоровья населения и, следовательно, требуют систематического наблюдения. Ключевым моментом в такой ситуации является взаимный обмен информацией между системами мониторинга в интересах обеспечения безопасной и комфортной среды обитания населения.

Зонирование территории города-миллионника, места размещения существующих постов Росгидромета и предлагаемых постов СГМ приведены на рис. 7.2.1.

Анализ показал, что ряд постов Росгидромета расположены в зонах, относимых к одному и тому же кластеру, что позволяет говорить о недостаточно высокой информативности исследований системы – данные с постов характеризуют близкие по уровню и спектру загрязнений территории. А некоторые участки селитебных зон города не могут характеризоваться результатами исследований системы экологиче-

ского мониторинга. Данный факт подтверждает, что СГМ должен максимально использовать данные системы экологического мониторинга, дополняя и расширяя её, как в части собственных постов наблюдения, так и веществ, способных оказывать воздействие на здоровье населения.

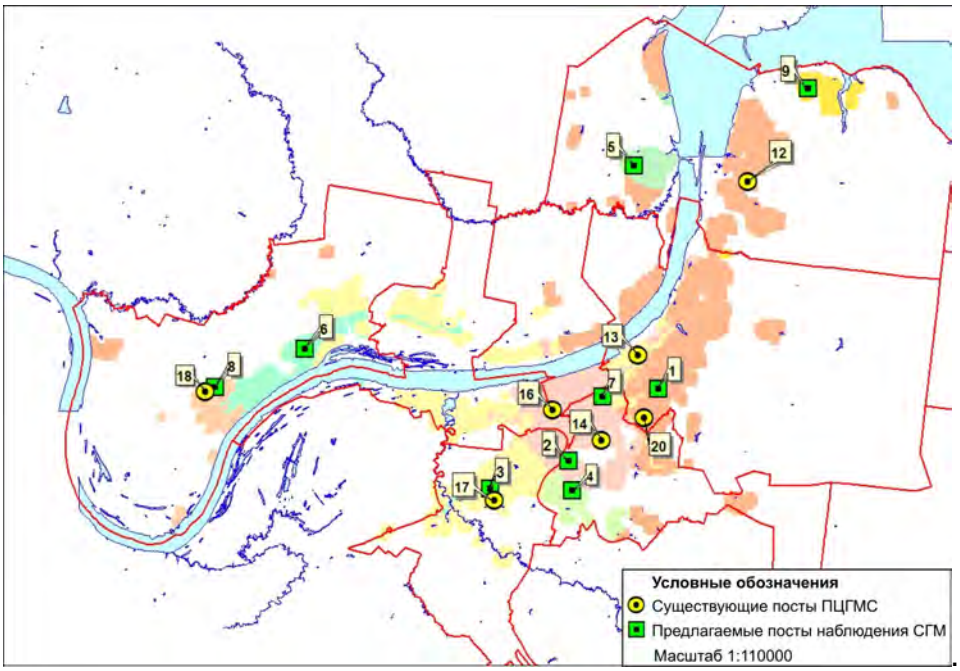


Рис. 7.2.1. Расположение девяти кластеров, предлагаемых в них постов наблюдения для СГМ и существующих постов Росгидромета на территории города-миллионника

В целях формирования программ наблюдений в каждой точке предлагаемого для размещения поста СГМ была проанализирована приоритетность факторов химического риска, что позволило (в условиях ограниченных кадровых, финансовых или иных ресурсов) внести коррективы в программу.

Таким образом, в целом система инструментальных исследований СГМ в части наблюдений за аэрогенными химическими факторами воздействия была максимально сориентирована на показатели риска для здоровья населения, отразив свою динамичность, гибкость и максимальную информативность.

Аналогичные исследования в целях оптимизации сети и программ наблюдения в рамках системы социально-гигиенического мониторинга были выполнены при подготовке к проведению в России массовых спортивных мероприятий: XXVII Всемирной летней Универсиады 2013 г. в Казани и XXII Зимних Олимпийских игр 2014 г. в Сочи [Зайцева Н.В. и др., 2015; Онищенко Г.Г. и др., 2015; Кокоулина А.А. и др., 2019], Чемпионата мира по футболу 2018 г. [Вековшинина С.А. и др., 2018; 2019], XXIX Всемирной зимней Универсиады 2019 г. в Красноярске [Горяев Д.В. и др., 2018; 2019]. Результаты исследований позволили обеспечить принятие оперативных управляющих решений по минимизации рисков для здоровья спортсменов и других участников данных массовых спортивных мероприятий.

В частности, при подготовке к проведению Чемпионата мира по футболу FIFA 2018 г. в России (далее – Чемпионат) в г. Саранске – столице Республики Мордовия – была решена задача научного обоснования перечня химических загрязнителей

среды обитания, подлежащих санитарно-эпидемиологическому контролю, с использованием критериев риска здоровью населения.

Исследование было выполнено согласно Постановлению Правительства Республики Мордовия от 4 октября 2013 г. № 450 «Об утверждении Республиканской целевой программы “Подготовка к проведению в 2018 году Чемпионата мира по футболу” на 2013–2018 годы» и письменному запросу Управления Роспотребнадзора по Республике Мордовия.

Установлено, что в местах размещения объектов инфраструктуры Саранска, предназначенных для проведения Чемпионата мира, взвешенные вещества могут формировать более 50 % вклада в риск формирования ответов со стороны органов дыхания (*HI* до 1,14). Основные источники опасности – это выбросы пыли от стационарных источников, пыль автодорог (частицы сажи от выбросов автомобилей, частицы фрикционного материала тормозных колодок, результат износа покрышек шин, дорожного полотна и др.), почвенная пыль от неукрытых газонов, пустырей и пр. В программу мониторинга атмосферного воздуха предложено дополнительно включить определение взвешенных веществ, а также взвешенных частиц фракций PM_{10} и $PM_{2.5}$.

Анализ аддитивного действия веществ, поступающих с питьевой водой, на органы и системы организма показал, что индексы опасности хронического воздействия (HI_{wo}) не превысят допустимый уровень как для детского, так и для взрослого населения при условии, что гости и участники ЧМ по футболу 2018 г. в Саранске будут употреблять эту воду в течение 30 дней.

Вместе с тем для детского населения г. Саранска, постоянно (не менее шести лет) проживающего на территории города, употребляющего питьевую воду централизованных систем водоснабжения, формируются риски в отношении костной системы и зубов, в 1,5–2,7 раза превышающие приемлемый уровень. Для взрослого населения города в условиях постоянного (не менее 30 лет) потребления питьевой воды риски, до 1,14 раза превышающие приемлемые, формируются также в отношении костной системы. Основной фактор риска здоровью населения – наличие фторидов в питьевой воде.

Для задач обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия в период проведения в Саранске ЧМ по футболу 2018 г. было предложено откорректировать существующую программу мониторинга питьевой воды централизованных систем водоснабжения:

– кратность контроля фторидов увеличить до одного раза в неделю;

– кратность контроля бора, железа, нитратов и стронция, формирующих коэффициенты опасности в пределах допустимого уровня, но выше, чем прочие химические примеси, увеличить до одного раза в месяц.

В интересах обеспечения гигиенической безопасности окружающей среды г. Красноярска в период проведения 2–12 марта 2019 г. Всемирной зимней Универсиады был выполнен ряд научных аналитических обобщений и исследований, направленных на оценку вероятных рисков для здоровья, формируемых рядом техногенных и природных примесей, определяемых в атмосферном воздухе, питьевых водах и почвах города.

По результатам расчетов рассеивания, верифицированных данными натурных исследований, было определено, что в зонах размещения 34 объектов Универсиады в Красноярске при наихудших метеорологических условиях могут формироваться повышенные уровни рисков в отношении органов дыхания, органов зрения, системных эффектов. Максимальное значение острого риска в отношении органов дыхания было спрогнозировано на уровне до 2,5 *HI* в зоне расположения многофункционального комплекса «Платинум Арена», на органы зрения – на уровне 1,15 *HI* (зона расположения гостиницы «Октябрьская»), в отношении системных эффектов – до 1,3 *HI* (многофункциональный комплекс «Платинум Арена»). Остальные риски практически повсеместно были оценены как допустимые (приемлемые).

Оценка риска возникновения негативных эффектов здоровью с учетом типичных для марта метеорологических условий (северо-восточный ветер скоростью 3,8 м/с),

а также экспозиции, зарегистрированной в Красноярске по данным натурных исследований за 2014–2016 гг., показала, что уровни острого риска могут более чем в 18 раз превысить допустимый уровень.

Максимальный индекс опасности в отношении органов дыхания наблюдался на уровне 15,36–18,19, что значимо, прежде всего, для людей с аллергическими заболеваниями, астмой, хроническими болезнями органов дыхания. Основной вклад в формирование острого неканцерогенного воздействия на органы дыхания вносили такие вещества, как взвешенные частицы с размерами менее 2,5 мкм, формальдегид, окислы азота и серы диоксид (табл. 7.2.4).

Таблица 7.2.4

Долевые вклады приоритетных загрязняющих веществ в формирование риска острого неканцерогенного воздействия на органы дыхания

Вещество	Долевой вклад в *HI*, %
Азота диоксид	2,47–3,24
Азота оксид	2,34–3,98
Взвешенные частицы с размерами менее 2,5 мкм	46,59–92,44
Серы диоксид	0,34–2,46
Формальдегид	0,00–46,15

Также в марте возможно формирование рисков, превышающих допустимый уровень, в отношении системных эффектов (*HI* до 14,2), органов зрения (*HI* до 8,3), сердечно-сосудистой системы и процессов развития (*HI* до 2). Приоритетные факторы риска – взвешенные вещества (пыли), формальдегид, оксид углерода.

В результате исследования было определено, что в период проведения Всемирной зимней Универсиады 2019 г. в Красноярске корректировка мест размещения постов и программ наблюдений за уровнем загрязнения атмосферного воздуха не требуется. Однако в случае возникновения в период 2–12 марта неблагоприятных метеорологических условий с целью минимизации риска и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения было рекомендовано:

– частично сократить транспортные потоки (закрыть проезд для грузового транзитного транспорта, временно ограничить проезд личного транспорта) в зонах расположения объектов Универсиады, а также на предполагаемых подъездах к ним;

– выявить приоритетные источники выбросов формальдегида, оксида углерода и взвешенных веществ, в том числе мелкодисперсных фракций пыли PM_{10}, $PM_{2.5}$, и обеспечить выполнение мероприятий по сокращению выбросов загрязняющих веществ.

Параметры риска хронического перорального воздействия здоровью, как взрослого, так и детского населения, формируемого пероральным поступлением химических веществ из питьевой воды, в точках расположения объектов Универсиады не превысили допустимый уровень как для взрослого, так и для детского населения.

Параметры риска здоровью взрослого и детского населения, формируемого пероральным поступлением химических веществ из почвы, на существующее положение также не превысили допустимый уровень.

Таким образом, оптимальная система расположения постов и адекватные уровням риска для здоровья программы инструментальных исследований позволяют получать в рамках СГМ высокоинформативные материалы, пригодные для принятия широкого круга решений.

Вместе с тем использование в рамках СГМ для задач оценки рисков здоровью населения мониторинга только инструментальных данных существенно снижает возможности системы в целом [Май И.В. и др., 2013]. Методические и практические аспекты использования методов сопряжения инструментальных данных с модельными расчетами приведены далее.

7.3. Повышение качества оценки экспозиции населения при оценке рисков здоровью в рамках социально-гигиенического мониторинга

Совершенствование оценки качества среды обитания человека и оценки экспозиции как меры контакта может и должно выполняться по самым разным направлениям: через уточнение сценариев воздействия, через повышение точности методов количественной оценки уровня фактора, через оценку микросреды (микроокружения) и т.п.

Одним из путей повышения качества оценки экспозиции является сопряжение данных прямых измерений и расчетного моделирования распространения опасности от ее источников. Последнее повсеместно распространено при оценке ингаляционных воздействий [Hanna S.R.; Kwak B.K., 2010, Клейн С.В. и др., 2017; Мыльникова И.В. и др., 2022; Essa K. et al., 2020]. При этом расчетная оценка распространения компонентов выбросов обладает рядом положительных сторон: позволяет построить полноценную пространственную модель загрязнения территории, дает возможность определять концентрацию в любой точке исследуемого участка, оценивать изменение концентраций в зависимости от задаваемых метеорологических условий, режимов работы стационарных источников и / или интенсивности транспортных потоков. Анализ полей загрязнения с учетом расположения жилой застройки обеспечивает возможность оценки распределения экспозиции с учетом численности населения, выделения контингентов с наиболее высокими параметрами экспозиции. Существенно важным является и возможность установления конкретного источника загрязнения воздуха и в конечном счете – риска для здоровья [Киселев А.В. и др., 2017]. Недостатками расчетного метода является зависимость истинности (точности) получаемых концентраций загрязняющих веществ в атмосфере от надежности входных параметров, качества выбранной математической модели и достаточности информации для реализации этой модели [Nguyen et al., 2018].

Во избежание неточностей расчетных методов ряд исследователей применяет прямые инструментальные исследования, которые дают более точные оценки качества окружающей среды [ВОЗ, 2001; Шайгарданова Ч.Х. и др. 2008; Май И.В. и др., 2013]. Зачастую таким способам анализа экспозиции отдается предпочтение перед результатами расчетов. Однако прямое измерение уровня загрязнения среды всегда характеризует ее состояние только в данный момент или период времени в конкретной точке территории.

Каждый из способов оценки уровней загрязнения – инструментальный и расчетный – имеет свои достоинства и недостатки [Онищенко Г.Г. и др., 2002; Май И.В. и др., 2011] (табл. 7.3.1).

Таблица 7.3.1

Сравнение инструментальных и расчетных методов для целей гигиенической оценки, прогноза и анализа ситуации

Задача	Уровень надежности, относящийся к	
	наблюдениям	моделированию, расчетам
Оценка истинности концентраций	Высокий	Низкий (4)
Система экстренного оповещения	Высокий	Низкий
Оценка различий во времени	Высокий	Высокий
Оценка различий в пространстве	Низкий (1)	Высокий
Прогноз	Низкий (2)	Высокий
Определение вклада источников в загрязнение	Низкий (3)	Высокий

Примечание:
1 – повышается увеличением и оптимизацией размещения точек наблюдений;
2 – несколько повышается накоплением данных во времени;
3 – несколько повышается системой подфакельных наблюдений;
4 – повышается улучшением качества исходной базы для расчетов рассеивания.

Уровень надежности натурных исследований в части оценки пространственных различий точек на территории невысок и сильно зависит от числа постов наблюдения, расположенных на территории. Для территорий крупных промышленных центров требуется значительное число постов мониторинга, чтобы пространственная картина загрязнения города была достаточно корректна [РД 52.04.186-89]. При этом остается актуальной задача интер- и экстраполяции данных постов мониторинга на прилегающие и отдаленные территории. В литературе описаны методы интерполяции данных (метод обратных расстояний, метод Криге, Шепарда, триангуляции с линейной интерполяцией и т.п.) [Дэвис Д.С., 1990; Fushimi A. и др., 2005; Kwak B.K. и др., 2010]. В основу методики расчета уровней загрязнения по данным стационарных постов наблюдения Росгидромета положен метод обратных расстояний, который используется в настоящее время наиболее широко при интерпретации данных о качестве атмосферного воздуха, в том числе при расчете фоновых концентраций примесей [РД 52.04.186-89]. Однако все рассмотренные методы ориентированы на преобразование либо только инструментальных, либо только расчетных данных.

Сопряжение данных натурных наблюдений и расчетного моделирования представляется наиболее эффективным средством информационной поддержки гигиенической оценки ситуации и принятия решений по минимизации рисков для здоровья, обусловленных загрязнением среды обитания.

В связи с этим задача разработки метода, сочетающего положительные стороны расчетного моделирования и инструментальных измерений для адекватной оценки качества атмосферного воздуха на значительной территории, где под воздействием выбросов стационарных и передвижных источников загрязнения проживает значительное число населения, представлялась актуальной и перспективной.

Предложенный метод оценки экспозиции населения на основе сопряжения расчетных и инструментальных данных о качестве атмосферного воздуха [Май И.В. и др., 2013; Клейн С.В. и др., 2017] реализуется через следующие последовательные шаги:

– формирование актуальной максимально полной электронной базы данных о стационарных и передвижных источниках загрязнения атмосферного воздуха на исследуемой территории в привязке к векторной карте территории с использованием ГИС-технологий;

– выполнение расчетов рассеивания по регулярной сетке с возможно частым шагом по прямоугольнику, захватывающему всю исследуемую территорию или только территорию жилой застройки;

– расчет приземных концентраций в каждой точке, где выполнялись инструментальные исследования. Для аппроксимации среднегодовых данных в качестве таких точек рассматривали места размещения стационарных постов системы Росгидромета и Роспотребнадзора, для аппроксимации данных разовых уровней загрязнения в качестве точек рассматривали все места проведения инструментальных измерений, в том числе в ходе маршрутных, подфакельных или иных исследований;

– вычисление коэффициентов соответствия (K) в точках проведения инструментальных исследований с целью последующего сопряжения расчетных и натурных концентраций загрязняющих веществ:

$$K_i = \frac{C_i^f}{C_i^r}, \qquad (7.3.1)$$

где i – номер точки (поста наблюдения);

C_i^r – расчетные концентрации загрязняющего вещества на i-м посту наблюдений;

C_i^f – фактические концентрации загрязняющего вещества на i-м посту наблюдений.

Сопоставление расчетных и инструментальных данных при сопряжении разовых концентраций выполняется только для единообразных метеорологических условий;

– объединение методом триангуляции Делоне точек постов наблюдения непересекающимися отрезками так, чтобы новый отрезок уже нельзя было добавить без пересечения с имеющимися [Скворцов А.В., 2002] (рис. 7.3.1);

– определение принадлежности каждой точки, расположенной внутри многоугольника, образуемого внешними точками инструментальных измерений, к одному из получившихся треугольников с условиями: точка соединяется отрезками с вершинами каждого из треугольников; если площадь исходного треугольника равна сумме площадей образовавшихся трёх треугольников $S = S_1+S_2+S_3$, то считается, что точка принадлежит данному треугольнику; если $S < S_1+S_2+S_3$, то данная точка не принадлежит данному треугольнику.

– расчет значения коэффициента соответствия во всех точках внутри многоугольника. Распределение коэффициента соответствия внутри многоугольника, образуемого точками постов наблюдения, представляет собой непрерывную линейную функцию двух переменных, которая может быть записана в следующем виде:

$$K(x,y) = a_0 + a_1 x + a_2 y \ , \qquad (7.3.2)$$

где a_0, a_1, a_2 – произвольные постоянные коэффициенты.

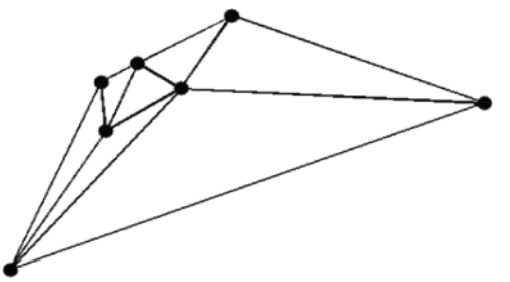


Рис. 7.3.1. Триангуляция точек постов наблюдений

Коэффициенты соответствия на постах, образующих треугольник, обозначали как k_1, k_2, k_3;

– решение системы трех линейных алгебраических уравнений относительно неизвестных коэффициентов a_0, a_1, a_2:

$$k_i \equiv K(x_i, y_i) = a_0 + a_1 x_i + a_2 y_i \ , \quad i = \overline{1,3}. \qquad (7.3.3)$$

Решив систему (7.3.3), получали однозначное выражение функции (7.3.2) через ее узловые значения и значения коэффициентов во всех точках, лежащих внутри многоугольника, образуемого точками постов инструментальных измерений;

– экстраполяция значений коэффициента соответствия для точек, лежащих вне полученного многоугольника. Значения коэффициента для этих точек принимали равными коэффициентам в ближайшей точке, лежащей на границе многоугольника, образуемого точками инструментальных измерений. В результате получали аппроксимированные значения коэффициента соответствия во всех узлах регулярной сетки или точках жилой застройки;

– расчет верифицированных концентраций загрязняющих веществ в каждой расчетной точке на исследуемой территории:

$$C^v(x,y) = K(x,y) \cdot C^r(x,y) \, , \qquad (7.3.4)$$

где C^v – аппроксимированные (верифицированные) концентрации загрязняющего вещества в расчетной точке (x, y);

К – коэффициент соответствия в расчетной точке (*x*, *y*);

C^r – суммарные расчетные концентрации (от стационарных источников выбросов и автотранспорта) загрязняющего вещества в расчетной точке (*x*, *y*).

Полученные результаты представляют собой приземные концентрации загрязняющих веществ в точках регулярной сетки или только точках жилой застройки, покрывающей системно всю исследуемую территорию, где интер- и экстраполяция данных стационарных постов наблюдения скорректирована с учетом особенностей распространения примесей от реальных источников загрязнения атмосферного воздуха – промышленных предприятий, автомагистралей, автономных источников теплоснабжения и т.п. В точках инструментальных измерений (постов наблюдения) концентрация всегда имеет истинное измеренное значение (для заданных метеорологических условий и временного периода), а изменение содержания примесей по территории учитывается через результаты моделирования пространственного распространения примесей.

Сопряжение верифицированных данных о качестве атмосферного воздуха с информацией о плотности (численности) проживающего населения позволяет корректно оценить численность населении в условиях той или иной экспозиции. При этом возможно сопряжение расчетных и инструментальных данных для оценки острой экспозиции (на основе разовых замеров и расчетов приземных концентраций для 20-минутного периода осреднения) и среднегодовых данных – для оценки хронической экспозиции (на основе инструментально измеренных среднегодовых концентраций и модельных расчетах среднегодовых приземных концентраций).

Апробация разработанных подходов была выполнена на примере ряда территорий, в том числе крупных промышленных центров, в границах которых расположено более 10 тыс. стационарных источников загрязнения химических веществ, включая автономные источники теплоснабжения, и развитая улично-дорожная сеть с интенсивностью движения по створам основных магистралей более 1 тыс. машин в час [Май И.В. и др., 2013, Зайцева Н.В. и др., 2020].

Например, для населенного пункта с численностью населения более 1 млн человек и площадью жилых массивов более 300 км^2 расчеты приземных концентраций загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников города выполняли по стандартизованным методикам [Приказ Минприроды России от 06.06.2017 № 273] в семи точках стационарных постов Росгидромета и в 127 тыс. точек регулярной сетки (расчетный прямоугольник 50 500 × 34 800 м) при разных метеорологических условиях и разных периодах осреднения. Одновременно, применяя программный комплекс «Магистраль», выполняли расчеты выбросов (г/с, т/год) для 1125 участков улично-дорожной сети города с учетом интенсивности, структуры транспортных потоков (включенные в анализ участки составляли 85 % от общей длины УДС города) с учетом почасовой динамики изменчивости указанных параметров потоков.

Данные о разовых, среднесуточных и среднегодовых концентрациях химических примесей с постов наблюдения получали в виде официально переданных материалов в виде таблиц или протоколов исследований. Все точки инструментальных измерений были нанесены на карту территории и имели координатную привязку в городской системе координат.

Картографирование данных выполняли в среде геоинформационной системы ARCGIS 9.3 с применением векторной карты территории. Для оценки экспозиции изолинии уровней загрязнения пересекали с тематическими слоями, характеризующими места размещения детских образовательных учреждений, жилой застройки, зон рекреации и т.п.

Для сравнительной оценки предлагаемых подходов выполняли пространственный анализ с использованием методики «обратных расстояний» [РД 52.04.186-89], а для верификации методики использовали инструментальные измерения в 14 точках на территории города и сопоставляли прогнозные данные с результатами натурных измерений в выбранных точках.

Полученные результаты представляли собой приземные концентрации загрязняющих веществ в точках регулярной сетки, покрывающей системно всю исследуемую территорию, где интер- и экстраполяция данных стационарных постов наблюдения скорректирована с учетом особенностей распространения примесей от реальных источников загрязнения атмосферного воздуха – промышленных предприятий, автомагистралей и т.п.

В точках инструментальных измерений (постов наблюдения) концентрация всегда имела измеренное значение (для заданных метеорологических условий), а изменение содержания примесей по территории было учтено через результаты моделирования пространственного распространения примесей.

Сравнение прогнозируемых концентраций диоксида азота с измеренными свидетельствовало, что расчеты рассеивания давали систематически заниженные результаты. Ни в одной из точек не были получены фактические концентрации на уровне или ниже значений, рассчитанных на основе сводной базы данных об источниках.

Абсолютная ошибка прогнозируемых уровней колебалась в диапазоне от 0,11 до 1,5 ПДК$_{мр}$, что в целом не позволяет использовать данные для надежных оценок риска для здоровья. Средние абсолютные ошибки метода обратных расстояний, когда используются только данные стационарных постов, и метода сопряжения натурных и расчетных данных были ниже и составляли по модулю соответственно 0,465 и 0,255 ПДК$_{мр}$ при диапазонах ошибок от (-0,680) до 1,0 и от (-0,240) до 0,410 соответственно. При этом среднеквадратичное отклонение, которое характеризует рассеяние вариационного ряда, было почти вдвое ниже при применении разработанного метода верификации расчетных данных данными инструментальных измерений. Закономерностей между отклонениями расчетных данных от измеренных значений между результатами, полученными разными методами, установлено не было (табл. 7.3.2).

Таблица 7.3.2

Погрешности прогноза приземных концентраций диоксида азота в атмосферном воздухе исследуемой территории (штиль, скорость ветра 0–0,5 м/с, температура воздуха 25–26 °С)

Номер точки	Координаты точки		Измеренное значение, доли ПДК$_{мр}$	Δ (абсолютная ошибка прогноза), ПДК$_{мр}$		
				Расчетный метод	Аппроксимация данных постов методом обратных расстояний	Аппроксимация методом сопряжения расчетных и натурных данных
1	2572	888	1,1000	0,6629	-0,175	0,160
2	3854	1641	1,3200	1,1085	0,511	0,418
3	4395	2285	2,4000	1,1200	1,003	-0,242
4	4884	2883	1,9200	1,0300	0,520	0,200
5	-1086	-305	2,1500	0,8800	0,510	0,290
6	-1926	-547	2,1440	1,5559	0,282	-0,225
7	1671	-1835	0,9500	1,1928	0,710	0,360
8	1915	-1529	1,4500	0,7800	-0,240	0,400
9	-3475	-9303	1,2700	0,9868	-0,429	0,240
10	-7050	-7700	1,4200	1,3041	-0,054	-0,180
11	-6275	-7825	1,9100	1,4654	-0,680	-0,192
12	-7007	-13389	1,3500	1,0912	0,450	0,150
13	-3779	-12804	2,1500	1,3200	-0,590	0,294
14	-11580	2690	1,1000	0,1100	-0,365	-0,240
Средняя абсолютная ошибка ($\overline{\lvert\Delta\rvert}$)				1,043	0,465	0,255
Среднее квадратичное отклонение (σ)				1,101	0,521	0,2681

Аналогичные результаты были получены при сопоставлении прогнозных и инструментальных данных по диоксиду серы, фенолу и бензолу.

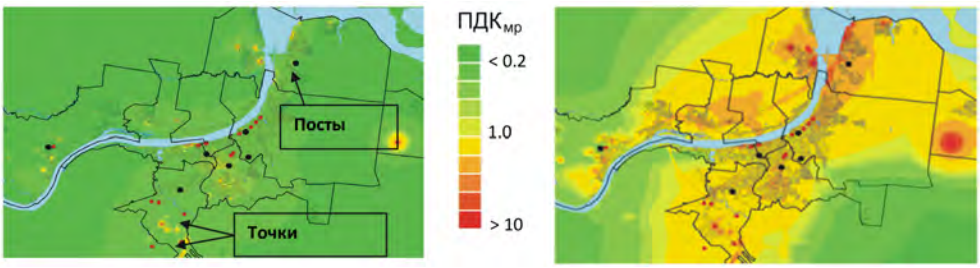
В рамках апробации данного методического подхода выполнена оценка качества атмосферного воздуха на постах наблюдения территорий, включенных в федеральный проект «Чистый воздух», в результате которой выявлено значительное несоответствие фактически измеренных и полученных в результате проведения расчетов рассеивания концентраций загрязняющих веществ. Коэффициенты соответствия расчетных и измеренных концентраций находились в широком диапазоне от 0,02 до более 400 тыс. раз. Наибольшие различия расчётных и натурных концентраций наблюдались в отношении этилбензола (*k* 48,03–436934,7), 1,2-диметилбензола (*k* 5344,3–53875,9), озона (k 5807,6), дигидросульфида (*k* 1,24–2882,6) и гидроксибензола (*k* 17,85–2119,8) [Клейн С.В. и др., 2020]. При этом в отношении общераспространенных примесей (азота диоксид, серы диоксид, взвешенные вещества и пр.) эти различия были не столь значимыми и фиксировались в диапазоне от 0,3 до 10 раз.

Существенное расхождение между расчетными и инструментально полученными данными об уровнях загрязнения должно являться объектом обсуждения всеми заинтересованными сторонами (хозяйствующими субъектами, органами экологического и санитарно-эпидемиологического контроля) и иметь следствием внесение изменений в сводные базы данных и повышение точности последующих гигиенических оценок, включая оценку рисков для здоровья населения [Май И.В. и др., 2022b].

В целом полученные результаты свидетельствовали, что предлагаемые методические подходы верификации расчетных данных данными инструментальных измерений позволяют повысить точность оценки содержания загрязняющих примесей в атмосферном воздухе.

Поскольку экспозиция является мерой контакта фактора опасности с человеком, крайне важным с позиций предлагаемого метода представлялся пространственный анализ качества воздуха города и оценка численности населения, проживающего под воздействием.

На рис. 7.3.2 приведены результаты пространственного анализа приземных концентраций диоксида азота с учетом аппроксимации данных (концентраций) предлагаемым методом и без него.

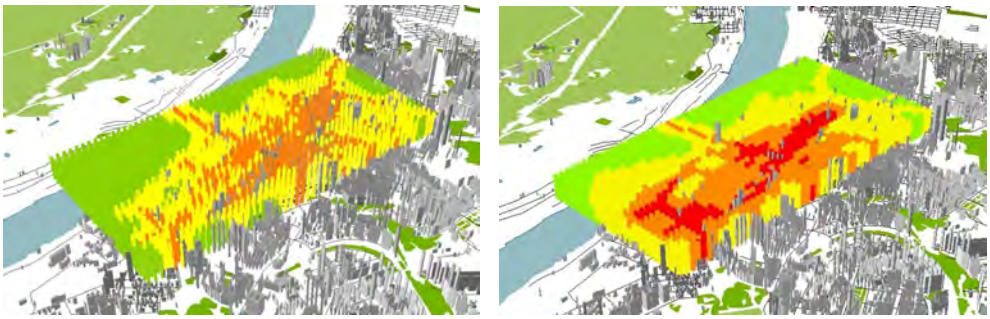


а *б*

Рис. 7.3.2. Пространственное распределение загрязнения атмосферного воздуха крупного промышленного центра диоксидом азота: *а* – по данным расчетов рассеивания; *б* – с учетом аппроксимации данных предлагаемым методом

Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности применения предлагаемых подходов, поскольку могут существенно поменять представления об уровнях риска на территории, объектах, расположенных в зонах недопустимых рисков, и численности населения, постоянно проживающего в условиях конкретного воздействия.

Аналогичные подходы могут быть использованы при оценке экспозиции человека к другим факторам опасности: шуму [Патент RU 2613605 C; Кошурников Д.Н., 2017] (рис. 7.3.3), электромагнитным полям [Май И.В. и др., 2017] и т.п.



а *б*

Рис. 7.3.3. Зонирование части территории города по уровню шумового воздействия: *а* – по результатам акустических расчетов; *б* – с учетом верификации результатов акустических расчетов данными инструментальных измерений

Таким образом, совершенствование подходов к системе инструментальных измерений, сопряжения натурных и расчетных данных обеспечивает существенное повышение корректности оценки экспозиции населения, а следовательно, надежности гигиенических оценок, включая оценки рисков для здоровья.

7.4. Гигиеническая оценка факторов среды обитания и здоровья населения с использованием методологии оценки рисков

На текущий момент при гигиенической оценке ситуации такие традиционно используемые методы, как статистический анализ параметров качества среды обитания (по критериям гигиенических нормативов) и сравнительный анализ показателей состояния здоровья населения [Байдаулет И.О. и др., 2013; Соколова Н.В. и др., 2013; Нехорошев А.С. и др., 2013; Жуков А.А., 2012], постепенно дополняются и верифицируются оценками, основанными на методологии оценки риска [Зайцева Н.В. и др., 2021, 2022a,b; Кирьянов Д.А. и др., 2022; Май И.В. и др., 2022a,c]. Это объясняется тем, что только сопряженный анализ данных о среде обитания и здоровье человека дает возможность выявить причины неудовлетворительной медико-демографической ситуации, оценить вклад отдельных модифицирующих факторов в повышенную смертность и заболеваемость населения и принять адекватные решения по управлению ситуацией. Задача такого мультипредметного анализа обусловлена необходимостью управлять, прежде всего, здоровьем нации как основным ресурсом государства.

Именно поэтому руководство ВОЗ *Linkage Methods for Environment and Health Analysis* (1996) в ракурсе подготовки материалов для лиц, принимающих решения, рассматривает следующие методы обработки данных:

– эпидемиологический анализ;
– экологический анализ;
– метод временных рядов;
– метод пространственного географического анализа;
– метод анализа риска (опасности).

Оценка риска для здоровья в ряду методов анализа санитарно-эпидемиологической ситуации занимает особое место.

Во-первых, оценка риска базируется на релевантных научных данных о качественной характеристике и количественных параметрах зависимостей между факторами среды

обитания и нарушениями здоровья. Это позволяет использовать общепризнанные наукоемкие данные и критерии для задач гигиенической оценки на любой территории.

Во-вторых, оценка риска может использовать как расчетные, так и инструментально полученные данные об уровнях экспозиции.

В-третьих, метод оценки риска позволяет моделировать практически неограниченное число ситуаций, определять влияние факторов риска в их любом сочетании и устанавливать долевые вклады отдельных факторов в суммарные риски.

В рамках СГМ предполагается реализация всех стадий оценки риска: идентификация опасности, определение экспозиции вредного фактора, установление зависимости «экспозиция – ответ» и характеристика риска для здоровья.

Измерение и оценка в рамках СГМ значительного перечня показателей, которые характеризуют качество среды обитания и условия жизни населения страны, а также накопленные данные о негативных эффектах, которые могут формироваться под воздействием этих факторов, позволяют выполнять идентификацию опасности, и выделять приоритеты при гигиенических оценках на разных уровнях.

Рассмотрение данных Федерального информационного фонд СГМ с позиций идентификации опасности позволило на уровне Российской Федерации в целом в рамках подготовки Государственных докладов о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения [Государственный доклад, 2023] установить, что для Российской Федерации наиболее значимыми (по приоритетности потенциального воздействия на здоровье населения) являются (табл. 7.4.1):

– социальные и экономические факторы (включая обеспечение доступной и качественной медицинской помощью как фактор социального благополучия), наиболее выраженному влиянию которых на здоровье подвержено около 92,0 млн человек в 51 субъекте Российской Федерации (62,8 % населения Российской Федерации);

– санитарно-гигиенические факторы (химические, биологические, физические), которые оказывают выраженное влияние на состояние здоровья более чем 86,8 млн человек в 51 субъекте Российской Федерации (59,3 % населения);

– факторы образа жизни (табакокурение, употребление алкоголя, несбалансированное питание и др.), оказывающие выраженное влияние на состояние здоровья около 75,9 млн человек в 48 субъектах Российской Федерации (51,8 % населения).

Таблица 7.4.1

Факторы среды обитания, формирующие состояние здоровья населения в субъектах Российской Федерации (2022)

Группа факторов среды обитания	Факторы, входящие в состав группы	Численность населения, подверженного влиянию факторов среды обитания
Социальные и экономические факторы	Промышленно-экономическое развитие территории. Социальная напряженность. Уровень социального благополучия. Обеспеченность медицинской помощью. Условия обучения и воспитания детей. Условия труда	51 субъект, 92,0 млн человек
Санитарно-гигиенические факторы	Химическое и биологическое загрязнение продуктов питания, питьевой воды, атмосферного воздуха и почвы. Физические факторы	51 субъект, 86,8 млн человек
Факторы образа жизни	Потребление алкогольных напитков. Потребление табака. Отклонение от норм потребления продуктов питания	48 субъектов, 75,9 млн человек

Среди конкретных факторов опасности среды обитания, оказывающих негативное влияние на здоровье населения, приоритетным остается загрязнение атмосферного воздуха химическими компонентами (азота оксид, азота диоксид, бенз(а)пирен, гидроксибензол, формальдегид, аммиак, дигидросульфид, хлор, хлористый водород, взвешенные вещества, углерод оксид, алифатические предельные и непредельные углеводороды, ароматические углеводороды, ксилол, бензол, толуол, марганец, серная кислота, тяжелые металлы, в том числе свинец, ртуть, сера диоксид, сероуглерод, фтор и его соединения, этилбензол и др.) (табл. 7.4.2).

При этом формируются угрозы дополнительной смертности и увеличение заболеваемости населения практически по всем классам болезней. Присутствие в воздухе городских и сельских поселений органических и неорганических примесей, в том числе обладающих канцерогенным эффектом, создает опасность возникновения нарушений функционирования органов дыхания; зрения; костно-мышечной системы и соединительной ткани; крови, кроветворных органов, иммунной системы; нервной системы; органов пищеварения; системы кровообращения; эндокринной системы; мочеполовой системы и т.п.

Таблица 7.4.2

Приоритетные факторы среды обитания, формирующие медико-демографические потери (2022)

Приоритетные факторы среды обитания	Ассоциированные с фактором основные показатели здоровья
Загрязнение атмосферного воздуха химическими компонентами (азота оксид, азота диоксид, бенз(а)пирен, гидроксибензол, формальдегид, аммиак, дигидросульфид, хлор, хлористый водород, взвешенные вещества, углерод оксид, алифатические предельные и непредельные углеводороды, ароматические углеводороды, ксилол, бензол, толуол, марганец, серная кислота, тяжелые металлы, в том числе свинец, ртуть, сера диоксид, сероуглерод, фтор и его соединения, этилбензол и др.)	Смертность по причине болезней органов дыхания; органов пищеварения; системы кровообращения; злокачественных новообразований
	Заболеваемость в классах: болезни органов дыхания; глаза и его придаточного аппарата; костно-мышечной системы и соединительной ткани; крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм; нервной системы; органов пищеварения; системы кровообращения; эндокринной системы; мочеполовой системы
Загрязнение питьевых вод химическими компонентами (хлор, хлороформ, хлориды, аммиак, металлы: бор, барий, литий, железо, марганец, магний, натрий, цинк, алюминий, кремний, в том числе тяжелые: кадмий, свинец, никель, медь, мышьяк, стронций, нитраты, нитриты, сульфаты, сульфиды, сероводород, тетрахлорэтилен, тетрахлорметан, бромдихлорметан, фтор, формальдегид и др.) и микробиологическими агентами	Смертность от некоторых инфекционных и паразитарных болезней; болезней органов пищеварения; болезней системы кровообращения; злокачественных новообразований
	Заболеваемость в классах: болезни кожи и подкожной клетчатки; костно-мышечной системы и соединительной ткани; крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм; болезни мочеполовой системы; органов пищеварения; системы кровообращения; эндокринной системы; некоторые инфекционные и паразитарные болезни, новообразования
Загрязнение почв тяжелыми металлами, в том числе свинцом, кадмием, ртутью и др., микробиологическими и паразитарными агентами	Смертность от некоторых инфекционных и паразитарных болезней, злокачественных новообразований
	Заболеваемость в классах: врожденные аномалии и пороки развития, некоторые инфекционные и паразитарные болезни, новообразования

Окончание табл. 7.4.2

Приоритетные факторы среды обитания	Ассоциированные с фактором основные показатели здоровья
Физические факторы (шум, электромагнитное излучение, вибрация, освещенность) – превышение гигиенических нормативов	Смертность от болезней системы кровообращения, злокачественных новообразований
	Заболеваемость в классах: болезни системы кровообращения, болезни нервной системы, костно-мышечной системы, болезни глаза и его придаточного аппарата, последствия воздействия внешних причин
Загрязнение пищевой продукции химическими компонентами (кадмием, ртутью, свинцом, нитратами, пестицидами, бенз(а)пиреном и пр.), микробиологическое и паразитологическое загрязнение	Заболеваемость в классах: болезни мочеполовой системы, системы кровообращения, некоторые инфекционные и паразитарные болезни, нервной системы, эндокринной системы, органов пищеварения, крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм, злокачественных новообразований

Загрязнение питьевых вод химическими компонентами (хлор и его органические соединения, аммиак, бор, барий, литий, железо, марганец, магний, натрий, цинк, алюминий, кремний, кадмий, свинец, никель, медь, мышьяк, стронций, нитраты, нитриты, сульфаты, сульфиды, сероводород, фтор, формальдегид и др.) и микробиологическими агентами является причиной формирования заболеваний кожи и подкожной клетчатки, костно-мышечной системы и соединительной ткани, крови и кроветворных органов, мочеполовой системы, органов пищеварения, системы кровообращения, эндокринной системы, некоторых инфекционных и паразитарных болезней, а также новообразований.

К приоритетным факторам опасности можно также отнести загрязнение почв тяжелыми металлами, в том числе свинцом, кадмием, ртутью и др., микробиологическими и паразитарными агентами. Опасности связаны с угрозами возникновения случаев смертей и заболеваний от злокачественных новообразований, инфекционных болезней, врожденных аномалий и пороков развития.

Наиболее существенными физическими факторами опасности, формирующими наибольшее количество ассоциированных с факторами среды обитания нарушений здоровья, являются шум, электромагнитное излучение, вибрация и освещенность на рабочих местах. Постоянное акустическое загрязнение, в основном городских территорий, является причиной заболеваний сердечно-сосудистой, нервной систем и органов слуха.

Значительное влияние на формирование здоровья населения продолжают оказывать социально-экономические факторы. Ожидается, что тенденция к увеличению влияния социальных и экономических факторов на показатели состояния здоровья населения в субъектах Российской Федерации сохранится, и к 2025 г. вклад этих факторов в формирование здоровья составит более 45,0 % (по показателю численности подверженного населения), при этом вклад санитарно-гигиенических факторов составит не более 25,0 %, факторов образа жизни – до 30,0 %.

Значение и вклад социально-экономических факторов в формирование здоровья населения субъектов Российской Федерации с учетом их региональной дифференциации определяют стратегию и тактику управления риском здоровью населения в целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Сравнительный анализ факторов риска по субъектам Федерации показал, что в ряде случаев регионы существенно отличаются друг от друга, в ряде случаев – схожи по уровню показателей. Это позволило в рамках обработки результатов СГМ выпол-

нить классификацию (типологизацию) субъектов Федерации по совокупности показателей, характеризующих санитарно-эпидемиологическое состояние регионов, и дать некие обобщенные гигиенические оценки для будущих управленческих решений.

Одним из способов классификации регионов является кластеризация (безусловное ранжирование), которая предполагает определение для каждого типа особенностей распределения показателей (проблемных зон); выделение «пограничных» территорий (территорий, близких по характеристикам к нескольким типам) и определение условий перехода из одного типа в другой [Адинец и др., 2011].

Согласно результатам кластеризации субъектов РФ по совокупности показателей, характеризующих ***санитарно-эпидемиологическое состояние регионов*** [Глухих М.В., 2022], 15 территорий, включая Челябинскую и Иркутскую области, Забайкальский край и др., вошли в первый кластер (рис. 7.4.1).

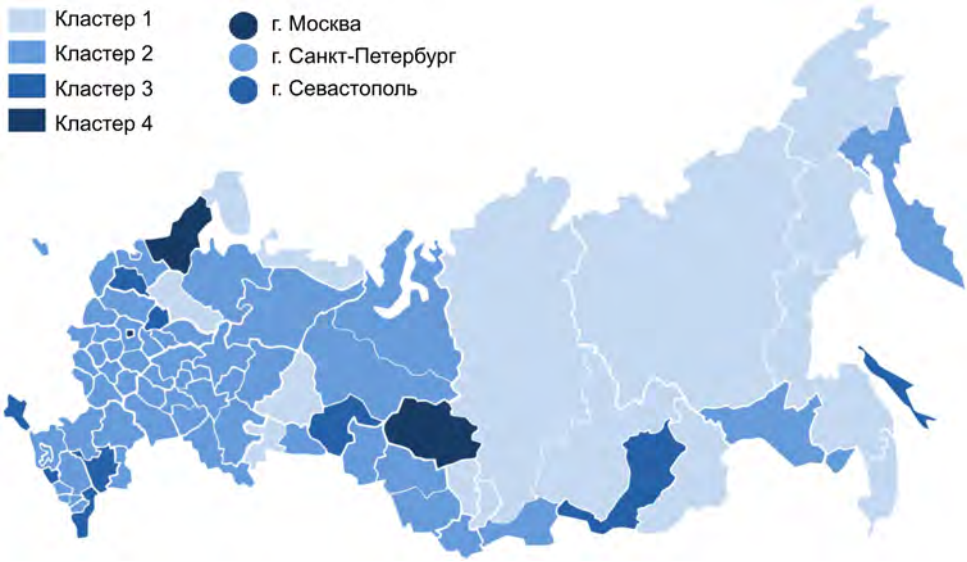


Рис. 7.4.1. Результаты кластеризации субъектов РФ по группе санитарно-эпидемиологических показателей [Глухих М.В., 2022]

Территории, вошедшие в состав ***первого кластера*** (табл. 7.4.3), характеризовались наиболее неблагополучной санитарно-эпидемиологической ситуацией в отношении показателей качества атмосферного воздуха и почвы. Так, на территории Красноярского края зафиксировано самое большое количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников (2 319 и 5 799 тыс. т соответственно). Наибольшее число проб почвы, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям по химическим показателям, в том числе по содержанию тяжелых металлов, выявлено в Приморском крае (40,4 и 58,0 % соответственно), а по микробиологическим – в Ненецком автономном округе (36,4 %).

Также на территориях первого кластера наблюдается определенный уровень напряженности санитарно-эпидемиологической обстановки в отношении состояния условий труда работающего населения, безопасности пищевой и непищевой продукции, воздействия физических факторов (шум, ЭМИ) на здоровье городского населения. Так, в Кемеровской области зафиксирована наибольшая доля работающего населения, занятого в ненормативных условиях труда в целом, а также по показателям шума, вибрации, тяжести трудового процесса и содержанию аэрозолей преимущественно фиброгенного действия в воздухе рабочей зоны: 67,1; 36,9; 15,3;

48,7 и 21,1 % соответственно. В Чукотском автономном округе и Магаданской области установлены наибольшие среди регионов первого кластера доли исследованных проб продовольственной (2,6 %) и непродовольственной продукции (29,3 %), не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям соответственно.

Таблица 7.4.3

Ранговые значения кластеров в группах показателей санитарно-эпидемиологического благополучия

Группы показателей санитарно-эпидемиологического благополучия	Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3	Кластер 4
Показатели качества атмосферного воздуха	4	2	3	1
Показатели качества питьевой воды	2	1	4	3
Показатели качества почвы	4	1	3	2
Физические факторы в городских поселениях (шум, ЭМИ)	3	2	1	4
Показатели качества непродовольственной продукции	3	2	4	1
Показатели качества пищевой продукции	3	1	2	4
Показатели, характеризующие состояние рабочих мест	1	2	1	3
Категорирование объектов по санитарно-эпидемиологическим характеристикам	2	2	2	1
Хозяйствующие субъекты по категориям риска	1	2	1	1
Показатели ненормативного состояния условий труда работающего населения	3	1	1	2
Сумма по ранговым значениям	27	19	22	24

Примечание: цвета ячеек таблицы отражают среднекластерные ранжированные характеристики по факторам, где красный цвет – наихудшие характеристики; зеленый – наилучшие.

Показатели санитарно-эпидемиологического благополучия территорий ***второго кластера*** противоположны показателям регионов РФ из первого кластера. Во второй кластер вошло наибольшее число субъектов РФ – 57 (Ленинградская, Тульская, Белгородская области и др.). Субъекты, вошедшие в состав второго кластера, имеют наименьшие риски для здоровья населения среди показателей, характеризующих качество питьевой воды (среднекластерная доля источников питьевого централизованного водоснабжения, не отвечающих санитарным нормам и правилам, – 10,6 %; среднекластерная доля сельского населения, обеспеченного качественной питьевой водой, – 49,9 %), почвы (среднекластерная доля проб почвы, не соответствующих санитарным требованиям по санитарно-химическим показателям, – 3,6 %), пищевой продукции (среднекластерная доля проб продовольственного сырья и пищевых продуктов, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям по санитарно-химическим показателям, – 0,39 %) и условий труда работающего населения (среднекластерный удельный вес рабочих, занятых в условиях, не отвечающих гигиеническим нормативам условий труда, – 34,9 %). При этом на территориях данного кластера зафиксированы неудовлетворительные значения показателей состояния рабочих мест: электромагнитные поля – 5,6 %; микроклимат – 6,2 %; ионизирующее излучение – 0,7 %. Установлены высокие среднекластерные значения среди показателей качества атмосферного воздуха (выбросы от стационарных источников – 157 тыс. т в год); среди уровней физических факторов в город-

ских поселениях (шум – 25,3 %, ЭМИ – 2,2 % точек измерений в эксплуатируемых жилых зданиях, не соответствующих гигиеническим нормативам); среди показателей качества непродовольственной продукции (превышение нормативов в пробах по токсиколого-гигиеническим показателям – 1,4 %). Для данного кластера характерна наибольшая доля объектов высокого, значительного, среднего риска (10,5; 22,5 и 31,0 % соответственно) и наименьшая доля объектов низкого риска (10,7 %).

В ***третий кластер*** вошло девять субъектов РФ (Новгородская, Ярославская области, Республика Крым и др.). Кластер характеризуется напряженной санитарно-эпидемиологической ситуацией по показателям, характеризующим состояние окружающей среды (атмосферный воздух), а также качество питьевой воды. Для территорий третьего кластера характерна наибольшая доля водоисточников централизованного водоснабжения, не отвечающих санитарным нормам и правилам, – 39,5 %; доля проб атмосферного воздуха с превышением ПДК в сельских поселениях – 3,9 %. В Республике Дагестан отмечаются наибольшие доли источников централизованного водоснабжения, поверхностных, подземных источников и водопроводов, не отвечающих санитарным нормам и правилам (96,7; 94,3; 96,7 и 65,6 % соответственно). Кроме того, имеются риски для здоровья населения в группе показателей качества непродовольственной продукции – среднекластерное значение по доле проб, не соответствующих гигиеническим нормативам по токсиколого-гигиеническим характеристикам, составило 3,3 % (наибольшее значение в Ярославской области – 13,1 %). Наилучшая среди анализируемых кластеров ситуация сложилась в отношении таких показателей, как: физические факторы в городских поселениях (среднекластерная доля точек измерения уровня шума, ЭМИ в эксплуатируемых жилых зданиях (городские поселения), не соответствующих санитарным нормам, – 17,6 и 0,4 % соответственно), отдельные показатели состояния рабочих мест (вибрация – 3,7 %, ЭМП – 3,9 %, освещенность – 5,4 %) и условий труда работающего населения (среднекластерный удельный вес рабочих, занятых в условиях, не отвечающих гигиеническим нормативам условий труда по шуму, – 15,4 %; микроклимату – 2,9 %).

Четвертый кластер сформирован тремя субъектами РФ (г. Москва, Республика Карелия и Томская область). Кластер так же, как и другие, имеет ряд показателей санитарно-эпидемиологического благополучия с относительно более высокими среднекластерными уровнями. Так, в субъектах, входящих в кластер, формируются риски в отношении здоровья населения от таких показателей, как: физические факторы в городских поселениях (доля точек с превышением уровня шума на автомагистралях и в эксплуатируемых жилых зданиях – 75,5 и 33,5 % соответственно); показатели качества пищевой продукции (доля проб продовольственного сырья с превышением по санитарно-химическим показателям – 0,68 %); показатели, характеризующие состояние рабочих мест (доля рабочих мест, не соответствующих по критериям шума и вибрации, – 29,0 и 47,3 % соответственно). Наименьшие проблемы кластер имеет по следующим показателям: показатели качества атмосферного воздуха (доля проб атмосферного воздуха с превышением ПДК в сельских поселениях – 0,3 %) и непродовольственной продукции (доля исследованных образцов (проб) продукции непродовольственного назначения, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, – 5,4 %; токсиколого-гигиеническим показателям – 0,6 %).

Таким образом, кластеризация и типологизация субъектов Российской Федерации позволяет определить приоритеты, уровень и характеристики факторов риска, пути управления рисками для здоровья населения и, соответственно, ретроспективное, текущее и прогнозное состояние качества среды обитания и ее влияние на здоровье населения.

Системное и последовательное улучшение качества объектов среды обитания населения регионов Российской Федерации, в том числе путем внедрения риск-ориентированного подхода к осуществлению контрольно-надзорных мероприятий, влечет за собой и общее снижение числа ассоциированных с санитарно-эпидемиологическими факторами нарушений здоровья. Данные ведомственной

статистики и федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга за последнее десятилетие свидетельствуют, что в целом загрязнение атмосферного воздуха, питьевых вод, почв городских и сельских поселений вероятностно формирует порядка 16–29 дополнительных случаев смертей на 100 тыс. всего населения и около 30–72 дополнительных случаев заболеваний на 1 тыс. всего населения.

В целом доля нарушений здоровья населения страны, достоверно ассоциированная с негативными факторами среды обитания – качеством атмосферного воздуха, питьевых вод, почв, – в динамике постепенно снижается, что является в том числе следствием реализации комплексных мер при осуществлении надзорной и профилактической деятельности Роспотребнадзора (рис. 7.4.2, 7.4.3).

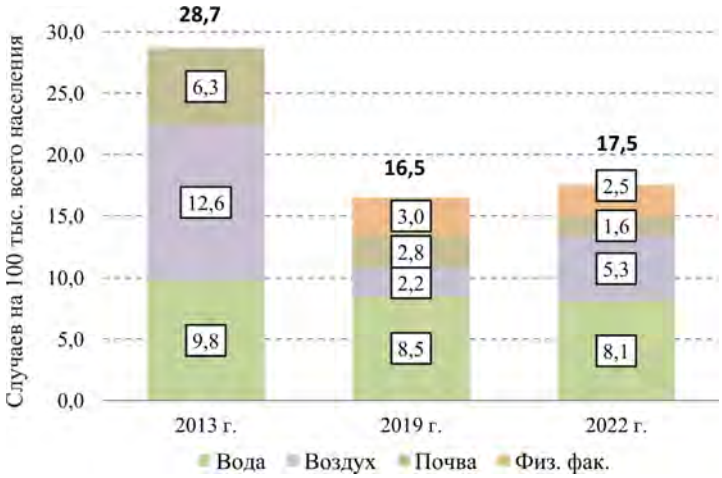


Рис. 7.4.2. Динамика дополнительной смертности населения Российской Федерации, ассоциированной с негативным воздействием приоритетных факторов среды обитания

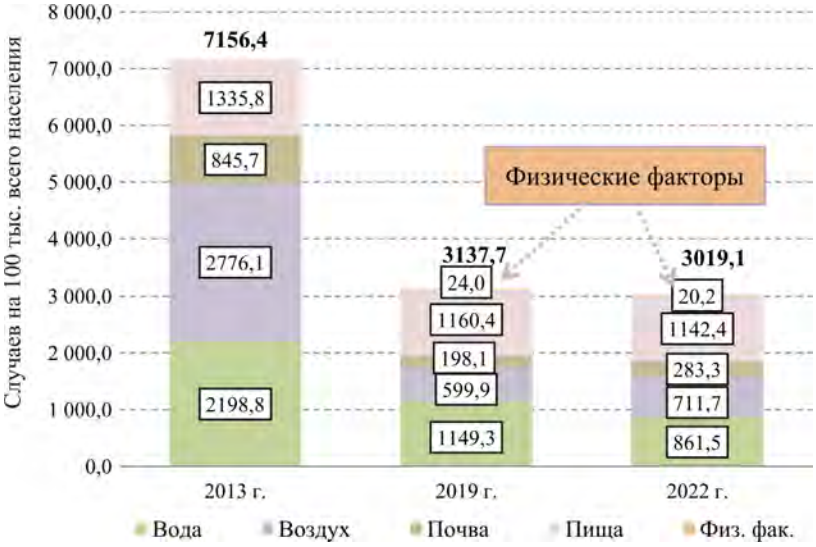


Рис. 7.4.3. Динамика дополнительной заболеваемости населения Российской Федерации, ассоциированной с негативным воздействием приоритетных факторов среды обитания

За последнее десятилетие наиболее существенное снижение наблюдается по количеству смертей и заболеваний, ассоциированных с качеством атмосферного воздуха городских и сельских поселений и качеством почв. Вместе с тем с воздействием приоритетных химических примесей атмосферного воздуха селитебных территорий в 2022 г. ассоциировано порядка 5,3 случая на 100 тыс. всего населения смертей (что более чем на 50,0 % меньше, чем в 2013 г.) и около 1142,4 дополнительных случаев на 100 тыс. всего населения заболеваний (что более чем на 70 % меньше, чем в 2013 г.).

Улучшение качества и безопасности питьевых вод, подаваемых населению, в том числе в результате реализации мероприятий федерального проекта «Чистая вода» национального проекта «Жилье и городская среда», имело следствием стабилизацию дополнительных случаев смерти и заболеваний, ассоциированных с химическим и микробным загрязнением воды (в 19 и 20 регионах соответственно, в том числе в Вологодской, Новгородской, Новосибирской, Тульской областях, Краснодарском, Красноярском, Приморском, Хабаровском краях, Республике Северная Осетия – Алания, Ханты-Мансийском АО), а в ряде регионов и существенное их снижение (с 2013 г. более чем на 80,0 % в 9 и 10 регионах соответственно, в том числе в г. Москве, г. Санкт-Петербурге, Республике Марий Эл, Чеченской Республике и пр.).

В целом по Российской Федерации за последние 10 лет (с 2013 г.) количество дополнительных ассоциированных с качеством питьевой воды случаев заболеваний всего населения снизилось на 60,2 %, случаев смертности – на 15,9 % (рис. 7.4.2, 7.4.3).

Продолжает снижаться и количество ассоциированных с загрязнением почв случаев нарушений здоровья – за последнее десятилетие темп убыли дополнительных ассоциированных случаев заболеваний составил 66,0 %, обусловив формирование в 2022 г. порядка 412 тыс. случаев.

Несоответствие качества пищевых продуктов санитарно-эпидемиологическим требованиям ежегодно формирует 1,6 (2022 г.) – 1,9 (2013 г.) млн дополнительных случаев заболеваний и также имеет тенденцию к снижению (на 13,2 %). Приоритетными факторами продолжают оставаться: загрязнение пищевых продуктов химическими компонентами (нитратами, кадмием, ртутью и пр.), а также микробиологическое и паразитологическое загрязнение. Наибольший вклад в уровень ассоциированной заболеваемости вносят инфекционные и паразитарные болезни, болезни мочеполовой системы, системы кровообращения.

Получаемые с применением методологии оценки риска показатели, в том числе приведенные выше, могут и должны быть использованы в задачах стратегического планирования, являться предметом обсуждения органами власти регионов и муниципальных образований. Необходимым является и доведение результатов гигиенических оценок данных СГМ до представителей бизнеса, который является источником и причиной многих факторов опасности и одновременно стороной, заинтересованной в сохранении и умножении человеческого потенциала страны, прежде всего трудового потенциала.

Таким образом, данные социально-гигиенического мониторинга позволяют идентифицировать и приоритизировать факторы опасности, выделять территории риска с различными многокомпонентными и многосредовыми загрязнениями, разными уровнями этих опасностей, выполнять гигиеническую оценку, прогнозируя потенциальные риски для здоровья населения, формируемые выявленными факторами опасности.

Еще более востребована гигиеническая оценка с учетом рисков здоровью населения на уровне отдельных поселений, муниципалитетов.

Так, например, оценка многосредового риска здоровью населения одного из крупных промышленных центров Западного Урала позволила установить, что из 450 примесей, которые выбрасываются в атмосферный воздух города, риски для здоровья формируют 17 загрязняющих веществ (табл. 7.4.4), из 50 химических веществ, загрязняющих питьевую воду, практически ни одно не является рискообразующим фактором (табл. 7.4.5).

Таблица 7.4.4

Параметры риска здоровью населения от воздействия аэрогенных химических факторов среды обитания в крупном промышленном центре

№ п/п	Вещество	$HQac_i$	$HQhr_i$
1	Никеля оксид	–	1,6–19,9
2	Медь сернокислая	–	–
3	Меди оксид	–	
4	Взвешенные вещества	0,095–74,958	0,248–51,941
5	Бенз(а)пирен	–	0,000–33,000
6	Формальдегид	0,292–37,368	0,082–37,392
7	Акролеин	0,815–50,699	0,143–36,141
8	Водород хлористый	0,020–2,056	0,046–17,857
9	Хром (3+; 6+)	–	0,090–11,840
10	Марганец и его соединения	–	0,120–5,440
11	Бензол	0,194–11,801	0,005–5,114
12	Фенол	0,0003–0,070	0,087–4,587
13	Сероводород	0,014–0,773	0,175–2,958
14	Азота диоксид	0,088–4,961	0,080–2,636
15	Ксилол	0,020–1,153	0,002–2,208
16	Ацетальдегид	0,014–1,181	0,006–2,156
17	Аммиак	0,005–0,531	0,048–1,348
18	Азота оксид	0,004–0,091	0,071–1,014
19	Углерода оксид	0,045–12,982	0,102–1,000
20	Свинец и его соединения	–	0,010–0,832
21	Фториды газообразные	0,009–7,170	0,055–0,792
22	Ангидрид малеиновый	0,0008–0,121	0,006–0,467
23	Железа оксид	–	0,005–0,428
24	Толуол	0,019–1,606	0,0004–0,408
25	Хлор	0,003–4,798	0,0003–0,228
26	Серы диоксид	0,025–0,308	0,015–0,121
27	Прочие примеси (более 20)	Максимальное значение в жилой застройке не превышает 0,1	

Таблица 7.4.5

Параметры риска здоровью населения крупного промышленного центра от воздействия водного перорального фактора среды обитания

Вещество	$HQcr_{wo}$ – дети	$HQcr_{wo}$ – взрослые
Хлороформ	0,696–1,845	0,30–0,79
Остаточный хлор	0–0,932	0,00–0,40
Мышьяк	1,065	0,00–0,46
Фториды	0,021–0,816	0,01–0,35
Стронций	0–0,463	0,00–0,20
Дихлорметан	0,001–0,327	0,00–0,14
Кальций	0,087–0,287	0,04–0,12
Хром общий	0–0,256	0,00–0,11
Прочие примеси	Максимальный уровень не превышает 0,01*HQ*	

В результате реализации факторов риска среды обитания для всего населения данной территории формируется порядка 19 тыс. дополнительных случаев заболеваний органов дыхания, в том числе для детей и подростков – более 10 тыс. случаев.

Анализ результатов оценки риска с позиций вероятных видов нарушения здоровья показал, что наибольшие риски формируются в отношении болезней органов

дыхания, кроветворной и иммунной систем, органов зрения и нервной системы. Приоритетный вклад вносят примеси, загрязняющие атмосферный воздух (рис. 7.4.4).

Рис. 7.4.4. Средние значения индексов опасности комбинированного многосредового риска отдельным органам / системам-мишеням и вклады факторов среды обитания

Определено, что практически все население города (1013,88 тыс. человек) подвержено риску формирования болезней органов дыхания, кроветворной и иммунной систем. Порядка 400 тыс. человек, в том числе более 150 тыс. детей, подвержены риску поражения нервной системы и органов зрения. Полученные данные по неприемлемым уровням риска здоровью населения крупного промышленного центра согласуются с данными многолетней статистики по медико-демографическим показателям.

Зонирование территории поселения по критериям риска для здоровья позволило выявить участки с наибольшими уровнями рисков, что обеспечило адресность медико-профилактических мероприятий (рис. 7.4.5).

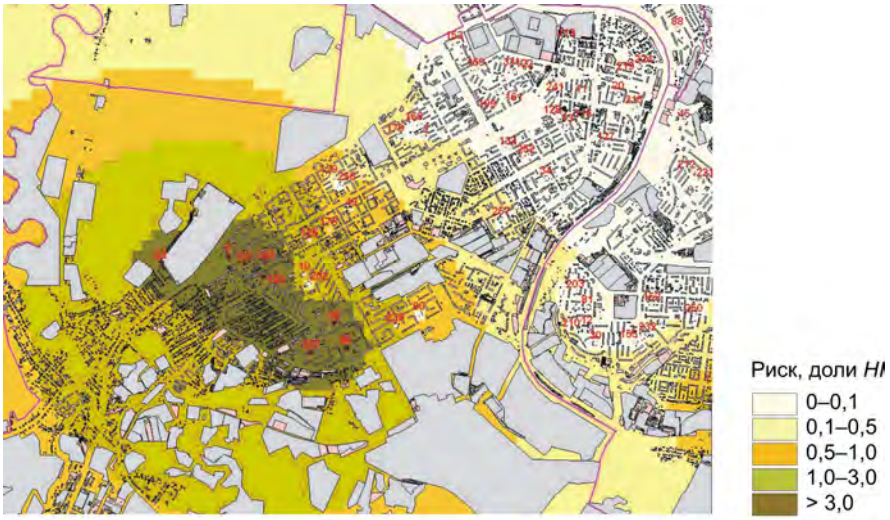


Рис. 7.4.5. Зонирование территории города по критериям риска для здоровья (индекс хронического неканцерогенного риска нарушений кроветворной и иммунной системы)

В результате гигиеническая оценка факторов среды обитания и здоровья населения одного из промышленных центров Западного Урала с использованием методологии оценки рисков позволила количественно оценить вероятность возникновения негативных последствий для здоровья населения, выделить зоны (территории) с различными уровнями риска для здоровья, оптимизировать программы мониторинга объектов среды обитания, обосновать программы медико-профилактических мероприятий, которые вошли в комплексную программу обеспечения экологической безопасности населения города.

Вместе с тем следует отметить, что социально-гигиенический мониторинг также позволяет устанавливать целый ряд новых зависимостей на самых разных уровнях обобщения полученной в результате реализации СГМ информации, что крайне важно в условиях практически неограниченного сочетания факторов опасности и условий реализации этих опасностей и угроз.

7.5. Установление причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания

Процесс установления причинно-следственных связей между показателями состояния объектов среды обитания и откликами в виде нарушений здоровья населения – важнейшая составляющая СГМ. Выявление и параметризация новых зависимостей «экспозиция – ответ» дает возможность последующего прогнозирования, расчета и характеристики рисков для здоровья.

Основой решения задачи по установлению причинно-следственных связей является этап сбора и подготовки исходной информации, который считается наиболее трудоемким и затратным по времени. Основной смысл проведения этого этапа состоит в согласовании данных между показателями качества объектов среды обитания и состоянием здоровья населения во временном и пространственном масштабе измерения.

Исходя из функций и особенностей организации системы гигиенического мониторинга, выделяются региональный и муниципальный масштабы агрегации показателей. Для регионального масштаба измерения показателей характерно рассмотрение региона как целостной структуры, у которой известны показатели состояния здоровья населения и качества объектов среды обитания. Муниципальный масштаб представляет собой описание территории в виде совокупности отдельных пространственных зон, для которых проводится определение качества объектов среды обитания и состояния здоровья населения, основываясь на информации, поступающей из информационных систем в области санитарно-гигиенического мониторинга и оказания медицинской помощи.

Для решения большинства аналитических задач, основанных на результатах моделирования причинно-следственных связей, используется период осреднения информации за календарный год. При этом такие оценки соответствуют хроническому воздействию. При моделировании зависимостей для оценки острых эффектов со стороны здоровья принято рассматривать показатели как динамический процесс с суточным осреднением. Более мелкие временные масштабы в задачах социально-гигиенического мониторинга используются исключительно редко и требуют проведения специальных исследований.

Региональный и муниципальный уровни агрегации данных при схожести самой процедуры моделирования имеют некоторые различия как по источникам информации, так и по методам подготовки данных.

Моделирование причинно-следственных связей на региональном уровне

Следует отметить, что региональная агрегация данных определяет необходимость использования в качестве источников информации официальную государственную отчетность с годовым периодом осреднения. Государственная отчетность, ориентирована на сплошное наблюдение за объектами исследования и позволяет количественно оценивать регион в целом, что обеспечивает корректность процедур обработки данных и моделирования зависимостей.

При решении задачи моделирования причинно-следственных связей на региональном уровне агрегации используются данные системы государственного статистического наблюдения. При этом состояние здоровья представляется в виде показателей заболеваемости и смертности населения региона, полученных на основе отчетности Министерства здравоохранения и Федеральной службы государственной статистики (Росстата).

В качестве базовых источников информации о состоянии здоровья населения регионов используются:

– электронная база данных Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга (ФИФ СГМ) в части информации о медико-демографических показателей в регионах РФ;

– ежегодные статистические сборники «Заболеваемость населения России» ФГБУ «Центрального научно-исследовательского института организации и информатизации здравоохранения» Министерства здравоохранения РФ;

– ежегодные статистические сборники «Медико-демографические показатели Российской Федерации» Министерства здравоохранения России;

– форма № 12 Министерства здравоохранения «Отчет о числе случаев заболеваний, зарегистрированных в зоне обслуживания ЛПУ»;

– таблица «С-51» Росстата «Распределение умерших по полу, возрастным группам и причинам смерти».

В качестве показателей, характеризующих факторы среды обитания на региональном уровне, целесообразно использовать данные форм ведомственной отчетности Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, представленные в виде процента проб, не соответствующих гигиеническим нормативам. Основным источником таких данных является форма № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», позволяющая определять процент проб, не соответствующих гигиеническим нормативам в атмосферном воздухе, питьевой воде, почве, продуктах питания, физических факторов. Следует обратить внимание, что информация по ряду показателей, необходимых для проведения расчетов на региональном уровне, содержится в ФИФ СГМ – показатели уровней загрязнения воды в системе централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения со значениями (%) исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по отдельным веществам.

При сборе и подготовке информации для выполнения процедуры моделирования важными этапами являются: анализ полноты и корректности исходных данных, выявление и устранение грубых и систематических ошибок, выполнение процедуры агрегации данных до необходимого масштаба, расчет индексов и интегральных показателей и сопряжение разнородных массивов данных.

В общем случае моделирование зависимостей представляет собой сложный процесс, предполагающий этапы обработки статистической информации с применением методов системного анализа, предполагающего исследование внутренней системы взаимосвязей между независимыми показателями, теоретическим обоснованием вида используемых моделей, проведение биологической экспертизы, непосредственной оценкой параметров моделей.

Исходя из масштаба представления данных, для регионального уровня наиболее целесообразным и корректным методом моделирования причинно-следственных

связей является корреляционно-регрессионный анализ, выполненный в рамках общей линейной модели.

Процедура моделирования зависимостей состоит из следующих основных этапов:

– формирование матриц данных, содержащих значения зависимых и независимых переменных;

– построение корреляционной матрицы, отражающей линейные связи между показателями;

– формирование системы зависимых / независимых переменных для построения множественных регрессионных моделей;

– проведение процедуры множественного регрессионного анализа;

– экспертиза множественных регрессионных моделей.

Первый этап предназначен для подготовки информационных массивов для проведения моделирования и заключается в выделении зависимых и независимых переменных, согласовании таблиц данных по наблюдениям, устранении ошибочных значений (выбросов).

Зависимыми переменными являются показатели здоровья населения (смертность и заболеваемость), а независимыми – показатели качества объектов среды обитания. Массивы данных для зависимых и независимых переменных используются без смещения (временного лага) при построении моделей.

Объем данных для выполнения моделирования зависимостей на региональном уровне должен составлять не менее пяти лет.

Построение корреляционной матрицы между зависимыми и независимыми переменными предназначено для исключения заведомо ошибочных связей (ложных корреляций), не отвечающих основным гипотезам. В ходе корреляционного анализа отбрасываются парные связи, не отвечающие следующим условиям:

– соответствие критериям статистической значимости;

– соответствие гипотезе о негативном воздействии загрязнения объектов среды обитания на состояние здоровья населения.

По результатам корреляционного анализа формируется бинарная матрица отношений между зависимыми и независимыми переменными, отражающая системы связей, отвечающих всем условиям статистической значимости и биологического правдоподобия. На основе совмещения бинарной матрицы связей между зависимыми и независимыми переменными с основными массивами значений переменных возможно выделить наборы данных, пригодные для проведения множественного регрессионного анализа.

Множественный регрессионный анализ проводится с использованием программного обеспечения, ориентированного на статистический анализ данных (Statistica, SAS, R-studio и др.).

Метод моделирования – пошаговый регрессионный анализ, позволяющий получать модели связей между зависимой и несколькими независимыми переменными. При этом статистически не значимые переменные (не отвечающие статистическим критериям) исключаются.

Проведение множественного регрессионного анализа позволяет формализовать и параметризировать модели зависимостей показателей здоровья населения от показателей качества объектов среды обитания:

$$y = a_0 + \sum_i a_i x_i, \qquad (7.5.1)$$

где y – зависимая переменная (показатель смертности или заболеваемости населения, сл./100 000);

x_i – независимые переменные (экспозиция факторов среды обитания);

a_0 – свободный член модели, характеризующий предел управляемости показателя здоровья за счет изменения качества среды обитания;

a_i – параметры модели, характеризующие влияние экспозиции i-го фактора среды обитания на показатель здоровья.

Моделирование причинно-следственных связей на муниципальном уровне

На муниципальном уровне агрегации данных моделирование зависимостей выполняется на основе пространственно-распределенных показателей, характеризующих экспозицию факторов среды обитания (независимы переменные) и здоровье населения (зависимые переменные). Для этого в рамках подготовки данных необходимо выполнить геопривязку показателей к ячейкам регулярной сетки, покрывающей территорию муниципального образования, в которой выполняется расчет экспозиции факторов.

При моделировании зависимостей влияния загрязнения атмосферного воздуха на показатели заболеваемости населения в узлах регулярной сетки выполняется расчет рассеивания химических веществ от стационарных и передвижных источников с последующей верификацией результатов данными лабораторных исследований.

Геопривязка показателей здоровья проводится на основе обращений жителей за медицинской помощью в течение календарного года в соответствии с адресом проживания (улица и номер дома).

В рамках подготовки данных и моделирования зависимостей решаются следующие задачи:

– пространственное моделирование распространения химических веществ в атмосферном воздухе;

– геопривязка случаев обращения населения за медицинской помощью к адресному реестру электронной топографической основы (карты);

– построение пространственной модели распределения показателей заболеваемости населения;

– параметризация системы причинно-следственных связей между содержанием загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и показателями заболеваемости населения.

Этап 1. Пространственное моделирование распространения химических веществ в атмосферном воздухе.

Пространственное моделирование распространения химических веществ в атмосферном воздухе выполняется на основе информации о параметрах стационарных и передвижных источников с использованием программных комплексов, реализующих МРР-2017 «Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе (утвержденной приказом Минприроды России от 06.06.2017 № 273). В результате выполнения расчетов определяются среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в узлах регулярной сетки с размером ячейки 200×200 м. Расчетная сетка должна охватывать всю селитебную территорию исследуемого муниципального образования. Верификация результатов расчетов проводится по данным измерений среднегодовых концентраций веществ на стационарных постах наблюдений.

Процедура верификации результатов расчета рассеивания загрязняющих веществ данными натурных исследований выполняется в соответствии с методическими подходами, изложенными в МР 2.1.6.0157-19 «Формирование программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха и количественная оценка экспозиция населения для задач социально-гигиенического мониторинга».

Этап 2. Геопривязка случаев обращения населения за медицинской помощью к адресному реестру электронной топографической карты.

Этап геопривязки случаев обращения населения за медицинской помощью к адресному реестру электронной топографической карты проводится с целью получения пространственного распределения показателей заболеваемости населения, выступающих в качестве ответов населения на негативное воздействие факторов атмосферного воздуха и в качестве зависимых переменных при выполнении процедуры моделирования причинно-следственных связей.

Процедура геопривязки выполняется по данным, предоставляемым учреждениями здравоохранения, отвечающими за сбор статистической информации по со-

стоянию здоровья населения (медицинские информационно-аналитические центры, ФОМС и др.). Геопривязка заключается в установлении ассоциативных соответствий между текстовыми атрибутами адресного реестра электронной карты, содержащими название улиц, номеров домов, корпусов и отдельных строений, с атрибутами адресов, жителей, обратившихся за медицинской помощью.

Этап 3. Построение пространственной модели распределения показателей заболеваемости населения.

Пространственная модель распределения показателей заболеваемости населения представляет собой совокупность значений, определенных в окрестности узловых точек расчетной сетки, по которой был выполнен расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Показатели заболеваемости населения представляют собой коэффициенты, вычисляемые в виде отношения числа зарегистрированных случаев заболеваний к численности проживающего населения в окрестности узловой точки расчетной сетки на тыс. человек:

$$Z = \frac{m}{n} 1000, \tag{7.5.2}$$

где Z – показатель заболеваемости, сл./1000 чел.; m – число случаев заболеваний, сл.; n – количество проживающего населения, человек.

Для определения показателей заболеваемости в окрестности узловой точки расчетной сетки используется следующее соотношение:

$$Z(x, y) = \frac{\sum\limits_{i:\begin{cases} x_i \in [x-\delta; x+\delta] \\ y_i \in [y-\delta; y+\delta] \end{cases}} m_i}{\sum\limits_{i:\begin{cases} x_i \in [x-\delta; x+\delta] \\ y_i \in [y-\delta; y+\delta] \end{cases}} n_i} 1000, \tag{7.5.3}$$

где $Z(x, y)$ – показатель заболеваемости для узловой точки с координатами (x, y), сл./1000 чел.;

m_i – число случаев заболеваний для населения, проживающего по i-му адресу, сл.;

n_i – количество населения, проживающего по i-му адресу, человек;

x_i, y_i – координаты i-й узловой точки, м;

δ – значение окрестности узловой точки, в которой определяется показатель заболеваемости, м.

Для проведения расчетов целесообразно использовать значение окрестности узловой точки, равное δ = 300 м.

Показатели заболеваемости определяются для всего населения и отдельно для детей, подростков, взрослых трудоспособного и старше трудоспособного возраста дифференцированно по классам болезней (согласно МКБ-10).

В результате выполнения этапа формируется массив значений показателей заболеваемости для каждой узловой точки регулярной сетки, в которой выполнялись расчеты рассеивания загрязняющих веществ.

Этап 4. Параметризация системы причинно-следственных связей между содержанием загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и показателями заболеваемости населения.

Параметризация системы причинно-следственных связей между показателями заболеваемости и показателями загрязнения атмосферного воздуха проводится с использованием методов статистического моделирования зависимостей.

В качестве базового метода целесообразно применять метод множественного регрессионного анализа, позволяющего получать множественные линейные регрессионные модели вида:

$$Z = a_0 + \sum_i a_i \cdot q_i, \qquad (7.5.4)$$

где Z – показатель заболеваемости населения, сл./1000 чел.;

q_i – показатель загрязнения атмосферного воздуха по i-му химическому веществу, мг/м^3;

a_0, a_i – параметры множественной регрессионной модели.

Определение параметров математической модели (a_0, a_i) проводится с использованием пакетов программ, реализующих методы системного анализа и статистического моделирования (Statistica, SAS, R-studio и др.).

Моделирование зависимостей проводится отдельно для каждого класса заболеваний и возрастной группы населения. В качестве входных данных используются значения показателей в узловых точках расчетной сетки, полученные на предыдущих этапах.

Процесс моделирования сопровождается рядом экспертиз на соответствие получаемых моделей биологическому смыслу. Для эффективной организации процедуры моделирования целесообразно предварительно сформировать логическую матрицу биологического правдоподобия, которая ограничивает набор независимых переменных для включения в модель. Матрица биологического правдоподобия представляет собой массив логических переменных, принимающих значения «ЛОЖЬ» или «ИСТИНА» и устанавливающих пары зависимых и независимых переменных с подтвержденным влиянием, основанным на результатах метаанализа и релевантных источниках в области оценки риска. В основу построения матрицы биологического правдоподобия должны быть положены данные, приведенные в «Руководстве по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания» [Р 2.1.10.3968-23].

Процесс моделирования зависимостей носит итерационный характер, направленный на получение линейных множественных моделей с положительными коэффициентами для всех переменных, включенных в модель. На первом шаге моделирования согласно матрице биологического правдоподобия отбирается начальный набор независимых переменных и выполняется построение линейной полной множественной регрессионной модели. На следующих шагах проводится последовательное удаление из модели переменных, имеющих отрицательные коэффициенты регрессии, как не соответствующие биологическому смыслу. После исключения каждой переменной выполняется регрессионный анализ с построением новой полной множественной модели.

В результате выполнения этапа формируется массив данных, содержащий параметры моделей системы причинно-следственных связей между показателями качества атмосферного воздуха и заболеваемостью населения в разрезе основных классов болезней и групп заболеваний, а также возрастных групп.

7.6. Подготовка предложений для принятия федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления необходимых мер по устранению выявленных вредных воздействий факторов среды обитания человека

Результаты социально-гигиенического мониторинга в виде гигиенических оценок с выделением факторов опасности, определением контингентов риска для здоровья, приоритетных зон риска и т.п. могут и должны являться основанием для принятия управляющих решений самого разного уровня.

По данным Государственных докладов о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения последних лет, в стране по результатам ведения социально-

гигиенического мониторинга и оценки риска здоровью ежегодно обосновывается порядка 2–3 тыс. проектов управленческих решений (табл. 7.6.1).

Таблица 7.6.1

Количество принятых управленческих решений по результатам ведения СГМ и оценки риска в Российской Федерации

Показатель	Год			Темп прироста к 2020 г., %
	2020	2021	2022	
Количество принятых управленческих решений по результатам ведения СГМ и оценки риска	2865	3008	3147	9,8

В последние годы направленность государственных региональных программ отражает приоритетные направления обеспечения санитарно-эпидемиологической обстановки и управления рисками для здоровья населения, учитывая сложившиеся тенденции в состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения страны.

В 2020 г. органами и организациями Роспотребнадзора было предложено и вынесено на рассмотрение в органы государственной власти, местного самоуправления 59 983 вопроса по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия в Российской Федерации, предотвращению распространения новой коронавирусной инфекции, предотвращению современных угроз и вызовов для здоровья населения [Государственный доклад, 2021].

Полномасштабная реализация полномочий органов и учреждений Роспотребнадзора по обоснованию и инициированию управления санитарно-эпидемиологической обстановкой позволили в сложных эпидемических условиях 2020 г. стабилизировать негативное влияние факторов среды обитания на здоровье населения.

Основная доля всех принимаемых управленческих решений в 2022 г. [Государственный доклад, 2023], направленных на обеспечение качества среды обитания и снижение влияния факторов риска, ориентирована на улучшение качества питьевого водоснабжения (30,4 %) и включает меры по охране водоемов, модернизации систем водоснабжения на всех этапах водоподготовки, распределительной сети (табл. 7.6.2).

Таблица 7.6.2

Доля (%) реализованных управленческих решений по приоритетным направлениям обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации в 2022 г.

Приоритетное направление обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения РФ	Доля реализованных управленческих решений, %		
	2020	2021	2022
Улучшение качества питьевого водоснабжения	31,0	29,0	30,4
Развитие системы управления риском для здоровья населения и формированию ЗОЖ	12,2	19,1	19,6
Профилактика факторов риска, связанных с условиями воспитания, обучения детей и подростков	20,0	21,5	18,2
Улучшение качества атмосферного воздуха и почв	23,0	15,4	15,7
Профилактика травм и отравлений	7,4	9,00	9,17
Улучшение качества питания населения	3,6	3,53	5,08
Профилактика заболеваний работающего населения	1,6	2,43	1,92

На втором месте доля реализованных мероприятий по управлению рисками для здоровья населения от влияния поведенческих факторов – 19,6 %, которые направлены на профилактику табакокурения, употребления алкоголя и наркотических

препаратов, в первую очередь среди молодежи, информирование и обучение целевых аудиторий по приоритетным направлениям сохранения здоровья различных групп населения, проведение массовых акций, спортивных мероприятий для населения, расширение приверженности здоровому образу жизни.

Доля реализуемых управленческих решений, направленных на профилактику и снижение влияния факторов риска, связанных с условиями воспитания и обучения детей и подростков, составляет 18,2 %. Реализованы решения по развитию материально-технического состояния действующих и строительству новых образовательных учреждений, расширению обеспечения детей местами в образовательных учреждениях, созданию благоприятных условий по параметрам микроклимата, обеспечению детей горячим сбалансированным и адекватным физиологическим потребностям организма питанием, развитию физкультуры и спорта для детей и подростков, проведению оздоровительной кампании в течение года.

Кроме того, в 2022 г. реализованы меры по снижению загрязнения и улучшению качества атмосферного воздуха и снижению загрязнения почв (15,7 %), которые включают комплекс мероприятий, направленных на снижение выбросов от промышленных источников, автотранспорта, благоустройство территорий, вывод транзитных автомагистралей за пределы городов, снижение почвенного пыления и ландшафтные решения в городах.

Реализовано 9,2 % мероприятий от общего числа принятых и реализованных управленческих решений, включающих профилактику дорожно-транспортного травматизма, школьных и спортивных травм, благоустройство территорий и ремонт автомагистралей.

Доля мероприятий, направленных на улучшение питания населения, снижение риска для здоровья от употребления некачественной пищевой продукции составила 5,08 %. Реализованы мероприятия по мониторингу качества и безопасности пищевой продукции, обеспечению населения доступными продуктами питания, особенно в сельских территориях. Для предупреждения и снижения числа острых отравлений населения в быту реализованы меры по ограничению продажи алкоголя, контролю за реализацией медикаментов и сильнодействующих препаратов, работа с молодежью по профилактике зависимостей и обеспечение занятости молодежи и досуга.

В 2022 г. реализация мероприятий по профилактике заболеваемости работающего населения от влияния факторов риска производственной среды и трудового процесса в субъектах Российской Федерации составила 1,92 % в структуре всех управленческих решений. Преимущественно мероприятия были направлены на проведение периодических медицинских осмотров, раннюю диагностику и профилактику рака в условиях канцерогенно-опасных производств, обеспечение работающих средствами индивидуальной защиты.

Повышение качества оценки рисков для здоровья населения в рамках социально-гигиенического мониторинга неизбежно приведет к усилению интереса органов государственной власти и местного самоуправления к этой информации и росту ее востребованности на самых разных уровнях.

Повышению качества оценки риска здоровью может способствовать, прежде всего, оптимизация системы собственных наблюдений и методов обработки.

В целом внедрение и расширение использования методологии оценки риска в систему социально-гигиенического мониторинга дает последнему новый импульс к развитию, совершенствованию и практическому применению. Именно оценка рисков позволяет минимизировать затраты на ведение СГМ, получать максимально информативные результаты, пригодные для обоснования управляющих решений различного уровня. Такое развитие фактически являет собой процесс оптимизации системы, который достигается:

– выделением стратегических, тактических и локальных приоритетов самого разного уровня – от федерального до объектового, что позволяет разрабатывать планы и программы действий с ориентацией именно на факторы, способные сформировать наибольшие медико-демографические потери;

– уменьшением общего числа инструментальных исследований за счет снижения доли неинформативных измерений и сопряжения расчетных данных с натурными, использования наукоемких технологий пространственного анализа, а также корректного (научно обоснованного) размещения минимально достаточного числа постов (точек) наблюдений в зонах наибольшего риска для здоровья и измерения только приоритетных факторов;

– определением контингентов риска для здоровья, а при использовании моделей эволюции риска – критических периодов хронического воздействия опасных факторов, что позволяет формировать программы адресной медико-профилактической помощи населению с учетом срочности мероприятий;

– возможностью ситуационного моделирования и прогноза медико-демографических последствий тех или иных изменений качества среды обитания, уровня социально-экономических показателей или образа жизни;

– возможностью по результатам оценки популяционных рисков определять экономические ущербы, ассоциированные со смертностью, инвалидизацией и заболеваемостью населения, в том числе трудоспособного, создающего валовый национальный продукт, что крайне важно для задач стратегического планирования и целеполагания;

– возможностью выделения блоков проблем, идентичных для ряда регионов, что может являться основой для формирования федеральных и межрегиональных целевых программ, ориентированных на минимизацию факторов опасности.

Список литературы к главе 7

Авалиани, С.Л. Мониторинг здоровья человека и здоровья среды (Региональная экологическая политика) / С.Л. Авалиани, Б.А. Ревич, В.М. Захаров. – М.: Центр экологической политики России, 2001. – 76 с.

Адинец, А.В. Об одном подходе к мониторингу, анализу и визуализации потока заданий на кластерной системе / А.В. Адинец, П.А. Брызгалов, В.В. Воеводин, С.А. Жуматий, Д.А. Никитенко // Вычислительные методы и программирование: новые вычислительные технологии. – 2011. – Т. 12, № 2. – С. 90–93.

Андреева, Е.Е. Применение риск-ориентированной модели для перераспределения кадровых ресурсов управления Роспотребнадзора по городу Москве / Е.Е. Андреева // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 5. – С. 441–444.

Байдаулет, И.О. Гигиеническая оценка опасности загрязнения почвы свинцом / И.О. Байдаулет, Э.И. Намазбаева, Г.Н. Досыбаева, А.В. Облезина, Ж.Б. Сабиров, Э.М. Хуснутдинова // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 4. – С. 96–99.

Бармин, Ю.Я. Методические подходы к среднесрочному планированию и оценке эффективности мер по управлению риском для здоровья населения в муниципальном образовании (на примере промышленно развитого города) / Ю.Я. Бармин, В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин, О.В. Диконская, О.Л. Малых, Т.М. Цепилова, А.А. Шевчик, С.В. Ярушин // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 2. – С. 21–34.

Благодарева, М.С. О методических подходах к оценке многофакторных рисков для здоровья населения, подверженного неблагоприятному воздействию среды обитания человека / М.С. Благодарева, А.С. Корнилков, С.В. Ярушин, О.Л. Малых // Медицина труда и промышленная экология. – 2018. – № 11. – С. 41–45.

Боев, В.М. Гигиеническая оценка аэрогенного риска для здоровья населения в районах размещения предприятий I, II класса опасности с обоснованием размеров санитарно-защитных зон / В.М. Боев, И.Л. Карпенко, М.В. Боев, Л.А. Бархатова, Л.В. Зеленина, Д.А. Кряжев // Медицина труда и экология человека. – 2018. – № 2 (14). – С. 5–10.

Боев, В.М. Гигиеническая оценка риска здоровью населения при воздействии веществ, поступающих из бытовых смесителей в питьевую воду / В.М. Боев, И.В. Георги, Д.А. Кряжев, Е.А. Кряжева // Анализ риска здоровью. – 2021. – № 4. – С. 50–57.

Вековшинина, С.А. Прикладные аспекты оценки риска здоровью населения для оптимизации программ лабораторных исследований при проведении социально-гигиенического мониторинга в период проведения Чемпионата мира по футболу FIFA 2018 г. в России (на примере г. Саранска) / С.А. Вековшинина, С.В. Клейн // 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. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2018. – С. 204–210.

Вековшинина, С.А. Чемпионат мира по футболу FIFA 2018: практический опыт научного обоснования перечня приоритетных химических загрязнений окружающей среды, подлежащих санитарно-эпидемиологическому контролю / С.А. Вековшинина, С.В. Клейн, Н.А. Степанов // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 4. – С. 366–373.

ВОЗ. Мониторинг качества атмосферного воздуха для оценки воздействия на здоровье человека // Региональные публикации ВОЗ, Европейская серия. – Копенгаген, 2001. – № 85. – 316 с.

Глухих, М.В. Социально-гигиенические детерминанты в цифровой модели прогнозирования ожидаемой продолжительности жизни населения Российской Федерации: дис. … канд. мед. наук: 3.2.1. Гигиена / Глухих Максим Владиславович. – Пермь, 2022. – 213 с.

Горяев, Д.В. Научное обоснование выбора приоритетных загрязнителей объектов окружающей среды, подлежащих санитарно-эпидемиологическому контролю в период проведения Всемирной зимней универсиады 2019 г. (2–12 марта 2019 г., г. Красноярск) / Д.В. Горяев, И.В. Тихонова, С.В. Клейн, С.Ю. Балашов, Е.В. Максимова, С.А. Филатова // 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. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2018. – С. 214–217.

Горяев, Д.В. Об организации работы по обеспечению качества атмосферного воздуха в период проведения Всемирной зимней универсиады в г. Красноярске (2–12 марта 2019 г.) / Д.В. Горяев, И.В. Тихонова, В.С. Васильев // Актуальные вопросы общественного здоровья и здравоохранения на уровне субъекта Российской Федерации: материалы всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию Иркутского государственного медицинского университета (1919–2019): в 2 т. / под общ. ред. Г.М. Гайдарова. – Иркутск: ИНЦХТ, 2019. – Т. 2. – С. 247–251.

Государственный доклад. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2022 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2023. – 368 с.

Государственный доклад. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2020 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021. – 256 с.

Дерябин, А.Н. Риск здоровью населения, связанный с экспозицией химических веществ почвы / А.Н. Дерябин, Т.Н. Унгуряну, Р.В. Бузинов // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 3. – С. 18–25.

Дэвис, Д.С. Статистический анализ данных в геологии / Д.С. Дэвис. – М.: Недра, 1990. – Т. 1, Изд. 2. – 319 с.

Егорова, А.М. Гигиенические факторы риска здоровью работников при получении железорудных окатышей / А.М. Егорова, Л.А. Луценко, Т.К. Татянюк // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2021. – Т. 29, № 8. – С. 15–20.

Жуков, А.А. Статистические подходы к оценке социально-гигиенических условий труда врачей-стоматологов / А.А. Жуков // Проблемы стандартизации в здравоохранении. – 2012. – № 11–12. – С. 38–40.

Зайцева, Н.В. Апостериорная оценка аэрогенного неканцерогенного риска для здоровья населения крупного промышленного центра / Н.В. Зайцева, С.В. Клейн, И.В. Май, Д.А. Кирьянов, Д.В. Горяев, А.М. Андришунас, С.Ю. Балашов, В.М. Чигвинцев, Д.Р. Хисматуллин // Гигиена и санитария. – 2023. – Т. 102, № 11. – С. 1241–1250.

Зайцева, Н.В. Гигиенический анализ нарушений санитарно-эпидемиологических требований к условиям труда в сфере «Добыча полезных ископаемых» до и после внедрения риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности (на примере Пермского края) / Н.В. Зайцева, С.В. Клейн, Э.В. Седусова, В.Г. Костарев, В.М. Чигвинцев, Е.В. Максимова // Медицина труда и промышленная экология. – 2021a. – Т. 61, № 12. – С. 797–806.

Зайцева, Н.В. К задаче оценки воздействия объектов накопленного вреда окружающей среде на здоровье граждан и продолжительность их жизни / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн, Д.А. Кирьянов, А.М. Андришунас, Н.Н. Слюсарь, Е.В. Максимова, М.Р. Камалтдинов // Анализ риска здоровью. – 2022b. – № 1. – С. 4–16.

Зайцева, Н.В. 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.

Зайцева, Н.В. Новые механизмы нормирования выбросов в атмосферу: концептуальный взгляд на перспективы и проблемы с позиций обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения / Н.В. Зайцева, И.В. Май // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 2. – С. 4–15.

Зайцева, Н.В. 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, А.Н. Пережогин, Д.Ф. Савиных // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2021. – № 1 (334). – С. 4–15.

Зайцева, Н.В. Практический опыт оценки и управления неинфекционными рисками для здоровья при подготовке массовых спортивных мероприятий (на примере Всемирной летней Универсиады – 2013 в Казани и Олимпийских зимних Игр – 2014 в Сочи) / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн, С.А. Вековшинина, С.Ю. Балашов // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2015. – № 12 (273). – С. 4–7.

Зайцева, Н.В. Риск для здоровья населения и эффективность мероприятий по повышению качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения / Н.В. Зайцева, С.В. Клейн, И.В. Май, А.А. Савочкина, Д.А. Кирьянов, М.Р. Камалтдинов, С.А. Вековшинина // Гигиена и санитария. – 2022a. – Т. 101, № 11. – С. 1403–1411.

Зайцева, Н.В. 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 // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 4. – С. 4–16.

Зеленко, А.В. Программа «паспорт здоровья» как элемент управления рисками здоровью населения / А.В. Зеленко, Е.С. Щербинская, О.К. Синякова, Е.А. Семушина, Л.М. Сычик // Медицина труда и экология человека. – 2021. – № 1 (25). – С. 55–60.

Кирьянов, Д.А. Параметризация зависимостей между факторами риска и здоровьем населения при хроническом воздействии многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха / Д.А. Кирьянов, М.Р. Камалтдинов, М.Ю. Цинкер, С.В. Бабина, С.В. Клейн, А.М. Андришунас // Анализ риска здоровью. – 2022. – № 4. – С. 33–44.

Киселев, А.В. Применение результатов расчета загрязнения атмосферного воздуха для социально-гигиенического мониторинга / А.В. Киселев, Я.В. Григорьева // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 4. – С. 306–309.

Клейн, С.В. Апробация методических подходов к оценке пространственного распределения ингаляционного риска здоровью населения при воздействии химических факторов для задач социально-гигиенического мониторинга / С.В. Клейн, А.А. Кокоулина, С.Ю. Балашов, С.Ю. Загороднов, Д.В. Горяев // Актуальные вопросы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения на уровне

субъекта Федерации: материалы межрегиональной научно-практической интернет-конференции / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2017. – С. 165–171.

Клейн, С.В. Формирование программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха для задач социально-гигиенического мониторинга: практический опыт реализации мероприятий федерального проекта «Чистый воздух» / С.В. Клейн, Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.Ю. Балашов, С.Ю. Загороднов, Д.В. Горяев, И.В. Тихонова, А.М. Андришунас // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99, № 11. – С. 1196–1202.

Козловских, Д.Н. Региональная система управления риском для здоровья населения в субъекте Российской Федерации / Д.Н. Козловских, В.Б. Гурвич, О.В. Диконская, С.В. Ярушин, Н.И. Кочнева, Е.П. Кадникова, О.Л. Малых // Гигиена и санитария. – 2022. – Т. 101, № 10. – С. 1255–1261.

Кокоулина, А.А. Методика и практика оценки состояния объектов окружающей среды урбанизированных территорий при обеспечении экологической безопасности гостей и участников массовых спортивных мероприятий / А.А. Кокоулина, И.В. Май, С.В. Клейн, С.А. Вековшинина // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2019. – № 1 (33). – С. 64–78.

Кошурников, Д.Н. Формирование и эволюция рисков для здоровья городского населения под воздействием шумовой автотранспортной нагрузки / Д.Н. Кошурников // Защита от повышенного шума и вибрации: сборник докладов. – СПб: Балтийский государственный технический университет «Военмех», 2017. – С. 420–430.

Линяева, О.Н. Исследование внешнего дыхания у спортсменов / О.Н. Линяева, Н.Ю. Фокина // Инновации в науке. – 2018. – № 6 (82). – С. 37–39.

Лыжина, А.В. Риск здоровью населения при воздействии тяжелых металлов, загрязняющих продовольственное сырье и пищевые продукты / А.В. Лыжина, Т.Н. Унгуряну, А.В. Родиманов // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2018. – № 7 (304). – С. 4–7.

Май, И.В. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха крупного промышленного центра на основе сопряжения расчетных и натурных данных / И.В. Май, С.А. Вековшинина // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Урбанистика. – 2011. – № 4 (4). – С. 42–52.

Май, И.В. Гигиеническая оценка ситуации и анализ риска здоровью населения как информационная основа организации мониторинга и формирования комплексных планов воздухоохранных мероприятий федерального проекта «Чистый воздух» / И.В. Май, С.В. Клейн, Е.В. Максимова, С.Ю. Балашов, М.Ю. Цинкер // Гигиена и санитария. – 2021b. – Т. 100, № 10. – С. 1043–1051.

Май, И.В. К оценке уровня электромагнитного поля (300 ГГц – 300 МГц) в крупном промышленном центре на базе 3D-моделирования и инструментальных измерений / И.В. Май, С.Ю. Балашов, С.А. Вековшинина, М.А. Кудря // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 3. – С. 21–30.

Май, И.В. Методические подходы к повышению точности оценки экспозиции населения на основе сопряжения расчетных и натурных данных о качестве атмосферного воздуха / И.В. Май, С.В. Клейн, В.М. Чигвинцев, С.Ю. Балашов // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 4. – С. 17–25.

Май, И.В. Нефтешламовые амбары как объекты накопленного вреда окружающей среде и источники риска для здоровья населения / И.В. Май, Е.В. Максимова, Р.М. Термулаева, Р.Х. Хамидов, Л.Э. Сардалова, И.И. Ирипханов // Гигиена и санитария. – 2022c. – Т. 101, № 11. – С. 1283–1289.

Май, И.В. Опыт обоснования и результаты мониторинга приоритетных веществ, загрязняющих атмосферный воздух г. Норильска (в рамках федерального проекта «Чистый воздух») / И.В. Май, С.В. Клейн, С.Ю. Балашов, С.А. Вековшинина, Н.И. Маркович // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2022b. – Т. 30, № 12. – С. 45–52.

Май, И.В. Показатели риска и вреда здоровью населения в системе новых механизмов мониторинга и управления качеством воздуха / И.В. Май, Н.В. Зайцева // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2022a. – Т. 30, № 10. – С. 7–15.

Май, И.В. Риск здоровью населения Норильска при воздействии веществ, загрязняющих атмосферный воздух / И.В. Май, С.В. Клейн, С.А. Вековшинина, С.Ю. Балашов, К.В. Четверкина, М.Ю. Цинкер // Гигиена и санитария. – 2021а. – Т. 100, № 5. – С. 528–534.

Механтьев, И.И. Риск здоровью населения Воронежской области, обусловленный качеством питьевой воды / И.И. Механтьев // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2020. – № 4 (325). – С. 37–42.

Мироненко, О.В. Гигиеническая оценка воздействия выбросов из тела полигона для складирования осадков сточных вод на здоровье населения / О.В. Мироненко, А.В. Киселев, Х.К. Магомедов, А.В. Панькин, О.К. Суворова, Е.А. Федорова // Экология человека. – 2020. – № 11. – С. 4–13.

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 [Электронный ресурс]. – М., 2029. – URL: https://legalacts.ru/doc/mr-21100156-19-2110-gigiena-kommunalnaja-gigiena-sostojanie-zdorovja-naselenija/ (дата обращения: 29.01.2024).

МР 2.1.6.0157-19 Формирование программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха и количественная оценка экспозиции населения для задач социально-гигиенического мониторинга: методические рекомендации. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019. – 36 с.

МР 2.2.0138-18 Оценка профессионального риска на химических производствах: методические рекомендации. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019. – 15 с.

МР 2.6.1.0295-22 Оценка радиационного риска при ингаляционном и пероральном поступлении радионуклидов в организм: методические рекомендации [Электронный ресурс]. – М., 2022. – URL: https://pravo.ppt.ru/metodicheskiye-rekomendatsii/282350 (дата обращения: 29.01.2024).

МР 5.1.0116-17 Риск-ориентированная модель контрольно-надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия. Классификация хозяйствующих субъектов, видов деятельности и объектов надзора по потенциальному риску причинения вреда здоровью человека для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий: методические рекомендации. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2017. – 31 с.

МР 5.1.0158-19 Оценка экономической эффективности реализации мероприятий по снижению уровней загрязнения атмосферного воздуха на основании оценки риска здоровью населения: методические рекомендации. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2020. – 27 с.

МУ 1.1.3544-18 Разработка и проведение санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий на основе анализа риска для здоровья человека: методические указания. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019. – 15 с.

Мыльникова, И.В. Комплексная оценка ингаляционного риска для здоровья подростков с учетом долевого вклада воздуха помещений / И.В. Мыльникова, Н.В. Ефимова, А.Н. Кудаев // Медицина труда и экология человека. – 2022. – № 2 (30). – С. 113–127.

Нехорошев, А.С. Роль гигиенических исследований в оценке заболеваемости населения и работников малотоннажного нефтеперерабатывающего предприятия / А.С. Нехорошев, А.А. Дуннен, А.П. Захаров // Здоровье – основа человеческого потенциала – проблемы и пути их решения. – 2013. – Т. 8, № 2. – С. 862–864.

Онищенко Г.Г. Концепция риска и ее место в системе социально-гигиенического мониторинга / Г.Г. Онищенко // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2005. – № 11. – С. 27–33.

Онищенко, Г.Г. XXII Олимпийские зимние игры и XI Паралимпийские зимние игры 2014 года в г. Сочи. Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия // Г.Г. Онищенко, А.Ю. Попова, Б.П. Кузькин [и др.]. – Тверь, 2015. – 576 с.

Онищенко, Г.Г. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин, С.Л. Авалиани, К.А. Буштуева; под ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.

Патент № 2613605. Способ зонирования территории по уровню риска возможного нарушения здоровья населения под воздействием техногенного шума внешней среды: Патент РФ на изобретение; № 2015150493; заявл. 24.11.2015; опубл. 17.03.2017 / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн, Д.Н. Кошурников.

Пичужкина, Н.М. Гигиеническая оценка риска для здоровья детей, ассоциированного с вредным воздействием факторов среды обитания / Н.М. Пичужкина, М.И. Чубирко, Е.В. Михалькова // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. – 2018. – № 73. – С. 113–115.

Попова, А.Ю. 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 // ЗНиСО. – 2019. – № 9 (318). – С. 4–12.

Постановление Главного государственного санитарного врача РФ № 25 от 10.11.1997 г. Постановление Главного государственного инспектора РФ по охране природы № 03-19/24-3483 от 10.11.1997 «Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровья населения Российской Федерации». – М., 1997.

Приказ Минприроды России от 06.06.2017 № 273 «Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе». – М., 2017.

Приказ Роспотребнадзора от 17.11.2006 г. № 368 «Об утверждении нормативных документов по проведению социально-гигиенического мониторинга». – М., 2006.

Р 2.1.10.3968-23 Руководство по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания / утв. Руководителем ФС по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 06.09.2023. – М., 2023. – 221 с.

Р 2.2.3969-23 Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки / утв. Руководителем ФС по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 07.09.2023. – М., 2023. – 77 с.

РД 52.04.667-2005 Документы о состоянии загрязнения в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. Общие требования к разработке, построению, изложению и содержанию: руководящий документ [Электронный ресурс]. – М., 2006. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200067118 (дата обращения: 29.01.2024).

РД 52-04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы: Руководящий документ [Электронный ресурс]. – М., 1991. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200036406 (дата обращения: 29.01.2024).

Ревич, Б.А. Российский и международный опыт разработки планов действий по защите здоровья населения от климатических рисков / Б.А. Ревич, В.В. Малеев, М.Д. Смирнова, Н.Ю. Пшеничная // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99, № 2. – С. 176–181.

Скворцов, А.В. Триангуляция Делоне и ее применение / А.В. Скворцов. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 2002. – 128 с.

Соколова, Н.В. Комплексный подход к гигиенической оценке качества жизни студенческой молодежи / Н.В. Соколова, В.И. Попов, С.И. Алферова, И.Г. Артюхова, А.Г. Кварацхелия // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. – 2013. – № 3–2 (91). – С. 130–134.

Федеральный закон № 277-ФЗ от 29.06.2016 «О внесении изменений в Федеральный закон «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» и Федеральный закон «О стратегическом планировании в Российской Федерации». – М., 2016.

Федеральный закон № 294-ФЗ от 26.12.2008 «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля», ст. 8.1. Применение риск-ориентированного подхода при организации государственного контроля (надзора). – М., 2008.

Хасанова, Ш.А. Методы и технологии анализа риска здоровью в системе государственного управления при обеспечении санитарно-гигиенического благополучия населения / Ш.А. Хасанова, Ш.Т. Газиева, У.М. Садикова, М.К. Ботирова // Экономика и социум. – 2021. – № 1–2 (80). – С. 616–619.

Цунина, Н.М. Оценка риска здоровью населения г. Самары, связанного с химическим загрязнением питьевой воды / Н.М. Цунина, Ю.В. Жернов // ЗНиСО. – 2018. – № 11 (308). – С. 22–26.

Шайгарданова, Ч.Х. Оценка риска, обусловленного загрязнением атмосферного воздуха, для здоровья детей дошкольного возраста г. Нижнекамска // Ч.Х. Шайгарданова, Р.Я. Хамитова / Практическая медицина. – 2008. – № 30. – С. 115–116.

Essa, K. Relation between the Actual and Estimated Maximum Ground Level Concentration of Air Pollutant and Its Downwind Locations / K. Essa, S. Etman, M. El-Otaify // Open Journal of Air Pollution. – 2020. – Vol. 9, № 2. – P. 27–35.

Fushimi, A. Source apportionment based on an at-mospheric dispertion model and multiple linear regression analysis / A. Fushimi, H. Kawashima, H. Kajihara // Atmospheric Environ-ment. – 2005. – Vol. 39, № 7. – С. 1323–1334.

Fushimi, A. Source apportionment based on an atmospheric dispertion model and multiple linear regression analysis / A. Fushimi, H. Kawashima, H. Kajihara // Atmospheric Environment. – 2005. – Vol. 39, № 7. – С. 1323–1334.

Hanna, S.R. Review of atmospheric diffusion models for regulatory applications / S.R. Hanna. – World Meteorological Organization, 1982. – 37 p.

Kwak, B.K. A GIS-based national Emission inventory of major VOCS and risk assessment. Part II – Quantitative verification and risk assessment using an air dispersion model / B.K. Kwak, J.H., Y.J. Kim, H.-S. Park, N.G. Kim, K. Choi // Korean Journal of Chemical Engineer-ing. – 2010. – Т. 27, № 1. – С. 121–128.

Nguyen, C.V. Source Apportionment and Data Assimilation in Urban Air Quality Modelling for NO_2: The Lyon Case Study [Электронный ресурс] / C.V. Nguyen, L. Soulhac, P. Salizzoni // Atmosphere. – 2018. – Vol. 9, № 1. – URL: https://www.mdpi.com/2073-4433/9/1/8 (дата обращения: 24.01.2024).

Residental Exposure Assessment: a sourcebook / ed. S. Baker, J. Driver, D. McCallum. – New York, USA, 2001.

ГЛАВА 8
МЕТОДОЛОГИЯ, МЕТОДИКА И ПРАКТИКА ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ВРЕДА ЗДОРОВЬЮ, ПРИЧИНЕННОГО НЕГАТИВНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ФАКТОРОВ РИСКА

8.1. Правовые основания оценки риска в системе доказывания вреда здоровью

Риск, являясь вероятностной величиной, в ряде случаев не может рассматриваться как аргумент для принятия решений. Частным случаем такой ситуации может являться судебное разбирательство, когда требуется доказательство наличия вреда здоровью, а не только существование опасности, угрозы, риска его причинения. Актуальное российское законодательство использует понятие «вред здоровью» более чем в 20 федеральных законах, которые в том числе декларируют обязательность его возмещения причинителем вреда (ст. 1064 № 14-ФЗ от 26.01.1996; ст. 14 № 2-ФЗ от 9 января 1996 г.; ст. 79 № 7-ФЗ от 10 января 2002 г. и др.). Закон от № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» определяет санитарно-эпидемиологическое благополучие как состояние здоровья населения и среды обитания человека, при котором отсутствует вредное воздействие факторов среды обитания на человека, т.е. отсутствует вред здоровью. Термин «вред здоровью» используется рядом санитарных норм и правил, стандартов, других нормативных документов. Понятие «риск для здоровья» применяется существенно реже. В связи с этим крайне важным является соотнесение между собой понятий «риск здоровью» и «вред здоровью» и наличие методической базы по доказательству реализации рисков.

В целом установление и закрепление связи понятий «риск» и «вред» позволит расширить сферу применения методологии оценки риска и придать работам по оценке риска правовую значимость.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 17 августа 2007 г. № 522 «Об утверждении Правил определения степени тяжести вреда, причиненного здоровью человека» вред, причиненный здоровью человека, определяется как нарушение анатомической целости и физиологической функции органов и тканей человека в результате воздействия физических, химических, биологических и психогенных факторов внешней среды. Статьями 11.5, 12.2 Кодекса об административных правонарушениях РФ, ст. 111–113 Уголовного кодекса РФ и приказом Минздравсоцразвития № 194н от 24 апреля 2008 г. установлены медицинские критерии определения тяжелого, среднего и легкого вреда здоровью, классифицированы травмы, отравления, иные нарушения здоровья, а также степень утраты нетрудоспособности в результате заболевания. Список нарушений здоровья является открытым и может дополняться. Многочисленными исследованиями установлено, что описанные и квалифицированные признаки вреда здоровью регистрируются и в условиях воздействия факторов риска внешней среды и являются основанием для оценки рисков и установления критериев безопасности. К таким признакам относятся: расстройство

жизненно важных функций организма человека [Власов В.Н., 2006; Зайцева Н.В., 2005, 2011; Онищенко Г.Г., 2006], острая сердечная и (или) сосудистая недостаточность, нарушение мозгового кровообращения [Кадырмаева Д.Р., 2004], острая дыхательная недостаточность тяжелой степени; острое отравление химическими и биологическими веществами, в том числе токсическими металлами или газами, пищевое отравление, временное нарушение функций органов и (или) систем и т.п. [Ананьев В.Ю., 2011; Гурвич В.Б., 2009; Кузьмин С.В., Протасова В.В., 2010; Садовникова Ю.М., 2011, и др.].

Важно, что установление фактов нанесения вреда здоровью является неотъемлемым элементом контрольно-надзорной деятельности Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Так, оценка вредного воздействия факторов среды обитания на человека требуется при выявлении причин и условий возникновения и распространения инфекционных заболеваний и массовых неинфекционных заболеваний (отравлений) (ст. 42 ФЗ № 52-ФЗ), при обосновании внеплановых проверок в (ч. 2 ст. 10 ФЗ № 294-ФЗ), при применении ряда мер административного воздействия в соответствии с Кодексом об административных правонарушениях в рамках ст. 6.17; 14.43; 14.44; 14.46, которые предусматривают утяжеление ответственности в случае наличия вреда здоровью человека.

Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ ст. 42 предусматривает проведение санитарно-эпидемиологических экспертиз, расследований, обследований, исследований, испытаний, токсикологических, гигиенических и иных видов оценок, на основании которых в установленном порядке главными государственными санитарными врачами даются санитарно-эпидемиологические заключения, в том числе о наличии вреда здоровью и вызвавших его причинах [Приказ Роспотребнадзора от 19.07.2007 № 224].

Оценка вреда здоровью востребована в рамках уголовного Кодекса РФ при обосновании мер уголовной ответственности. Так, согласно ст. 238: «Производство, хранение или перевозка … выполнение работ или оказание услуг, не отвечающих требованиям безопасности жизни или здоровья потребителей …, если они: повлекли по неосторожности причинение тяжкого вреда здоровью… наказываются штрафом в размере … до пятисот тысяч рублей …, либо лишением свободы на срок до шести лет …».

С понятием «вред здоровью» в законодательных и правовых актах тесно связано понятие «угроза причинения вреда» (КоАП РФ, УК РФ, Федеральные законы № 52-ФЗ от 30.03.1999 г.; № 96-ФЗ от 04.05.1999 г.; № 184-ФЗ от 27.12.2002 г. и ряд других). При этом понятие «угроза причинения вреда здоровью» слабо конкретизировано, не имеет выраженных качественных или количественных критериев оценки. Понятие «риск для здоровья» может иметь количественное выражение и качественную характеристику, а высокий, недопустимый риск может рассматриваться как угроза нанесения вреда. В связи с этим целесообразным представляется сближение понятий «угроза» и «риск» и расширение применения термина «риск для здоровья» в санитарном законодательстве, в том числе при доказательстве вреда здоровью.

Пленум Верховного Суда Российской Федерации разъясняет, что создание угрозы причинения существенного вреда здоровью человека или окружающей среде (ч. 1 ст. 247 УК РФ) означает возникновение такой ситуации, которая повлекла бы предусмотренные законом вредные последствия, если бы они не были предотвращены вовремя принятыми мерами или иными обстоятельствами, не зависящими от воли лица, нарушившего правила обращения с экологически опасными веществами и отходами. Такая угроза предполагает наличие конкретной опасности реального причинения существенного вреда здоровью человека или окружающей среде. Применительно к ч. 1 ст. 247 УК РФ существенный вред здоровью человека выражается в тяжком или средней тяжести вреде здоровью хотя бы одного лица [Постановление Пленума Верховного Суда Российской Федерации от 18.10.2012 № 21].

В соответствии с п. 1 ст. 57 Федерального закона от 31.07.2020 № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Фе-

дерации» наличие у контрольного (надзорного) органа сведений о причинении вреда (ущерба) или об угрозе причинения вреда (ущерба) охраняемым законом ценностям может быть основанием для проведения контрольных (надзорных) мероприятий.

Правительство Российской Федерации в 2022 г. постановило, что в 2022–2023 гг. наличие непосредственной угрозы причинения вреда жизни и тяжкого вреда здоровью граждан, фактов причинения вреда жизни и тяжкого вреда здоровью граждан являются исключительными основаниями для проведения внеплановых контрольных (надзорных) мероприятий при условии согласования с органами прокуратуры [Постановление Правительства РФ от 10.03.2022 № 336].

Положениями Федерального закона от 31.07.2020 № 248-ФЗ и Постановления Правительства от 10.03.2022 № 336 не предусмотрены критерии для определения непосредственной угрозы причинения вреда указанным охраняемым законом ценностям. В данном случае решение о проведении контрольного (надзорного) мероприятия принимается на основании оценки конкретных обстоятельств. При этом оценка обоснованности такого решения дается органами прокуратуры при согласовании проведения контрольного (надзорного) мероприятия.

Минэкономразвития России отмечает, что понятие «непосредственная угроза» подразумевает высокую степень вероятности причинения соответствующего вреда в краткосрочной перспективе, то есть ситуацию, когда отсутствие мер реагирования контрольных (надзорных) органов неминуемо влечет наступление негативных последствий.

Минэкономразвития России полагает, что данное понятие включает в себя прямую причинно-следственную связь между нарушением обязательных требований и причинением конкретным лицам (к примеру, жителям конкретного территориального образования, приобретателям конкретного товара) вреда определенной категории (к примеру, распространение конкретного заболевания, разрушение конкретного оборудования и так далее) [Письмо Минэкономразвития России от 24.03.2022 № Д24и-8436].

8.2. Общая методологическая схема доказывания вреда здоровью при негативном воздействии факторов среды обитания и место в ней оценки риска

Сложность решения задачи по установлению и доказательству причинно-следственных связей между загрязнением среды обитания и вредом здоровью признается многими исследователями [Васильева М.И., 2000; Воробьев В.А., 2008; Вековшинина С.А и др., 2017; Горбанев С.А. и др., 2017a,b; Зайцева Н.В. и др., 2009, 2015a, 2017; Землянова М.А. и др., 2011; Клейн С.В и др., 2013a, 2013b, 2016, 2017a, 2017b, 2017c; Красовский Г.Н. и др., 2003; Кучма В.Р. и др., 2013; Май И.В. и др., 2010; Потапов А.И. и др., 2008; Рахманин Ю.А., 2007, 2017; Скальный А.В., 2004; Четверкина К.В. и др., 2009; Baccarelli A. et al., 2006; Breiman L. et al., 1984; Kleyn S.V. et al., 2013; Onishchenko G.G., 2014; Knoll J.L. et al., 1990; Rokach L. et al., 2008; Shelton D.A., 2002]. Воздействие факторов среды обитания на здоровье человека является сложным и многогранным процессом, исследование механизма действия которого осложняется полипричинностью ответов, их обратимостью, распределением во времени, индивидуальными особенностями экспонируемых, зачастую отсутствием прямых причинно-следственных связей и т.д. [Баранов А.А. и др., 2012; Вековшинина С.А и др., 2018; Горбанев С.А. и др., 2014; Ермолаева А.А. и др., 2013; Зайцева Н.В. и др., 2011a, 2013a, 2015b, 2016; Исидоров В.А., 1999; Клейн С.В и др., 2013c, 2014, 2015a, 2015b, 2018a, 2018b; Лужецкий К.П. и др., 2015, 2016; Май И.В. и др., 2013; Милушкина О.Ю. и др., 2013, 2014; Общая токсикология, 2002; Порядок организации и проведения санитар-

но-эпидемиологических экспертиз…, 2007; Рахманин Ю.А., 2012; Сетко А.Г. и др., 2009, 2011; Сетко И.М. и др., 2013; Токсикологическая химия, 2008; Brunekreef B., 2008; German Environmental Survey 1997–1999; Identifying the environmental cause of disease…, 2007; Rokach L. et al., 2008; Shelton D.A., 2002]

В основу формирования доказательной базы причинения вреда здоровью населения негативным воздействием факторов среды обитания заложены критерии причинности, определенные в эпидемиологии [Флетчер Р. и др., 1998; Hill A.B., 1965; WHO, 2002; Маймулов В.Г. и др., 2001; и др.]:

– установлена последовательность событий во времени – загрязнение (воздействие) окружающей среды предшествует появлению нарушений здоровья;

– эффект воздействия выражен, эффект наблюдается у нескольких (многих) лиц, подверженных воздействию;

– установлена зависимость эффекта от дозы – при усилении воздействия эффект усиливается, при ослаблении воздействия эффект снижается или исчезает;

– эффект является устойчивым и воспроизводимым – эффект наблюдается разными исследователями независимо от места, условий и времени;

– установлено биологическое правдоподобие связи – эффект воздействия согласуется с современными научными представлениями;

– эффект является специфичным – одна причина приводит к одному эффекту; критерий применяется в случае наличия специфических эффектов, доказанных для конкретных факторов риска (для ряда неинфекционных болезней отсутствие специфичности не опровергает выводов о причинной ассоциации);

– имеются аналогии – причинно-следственная связь уже установлена для сходного воздействия или болезни;

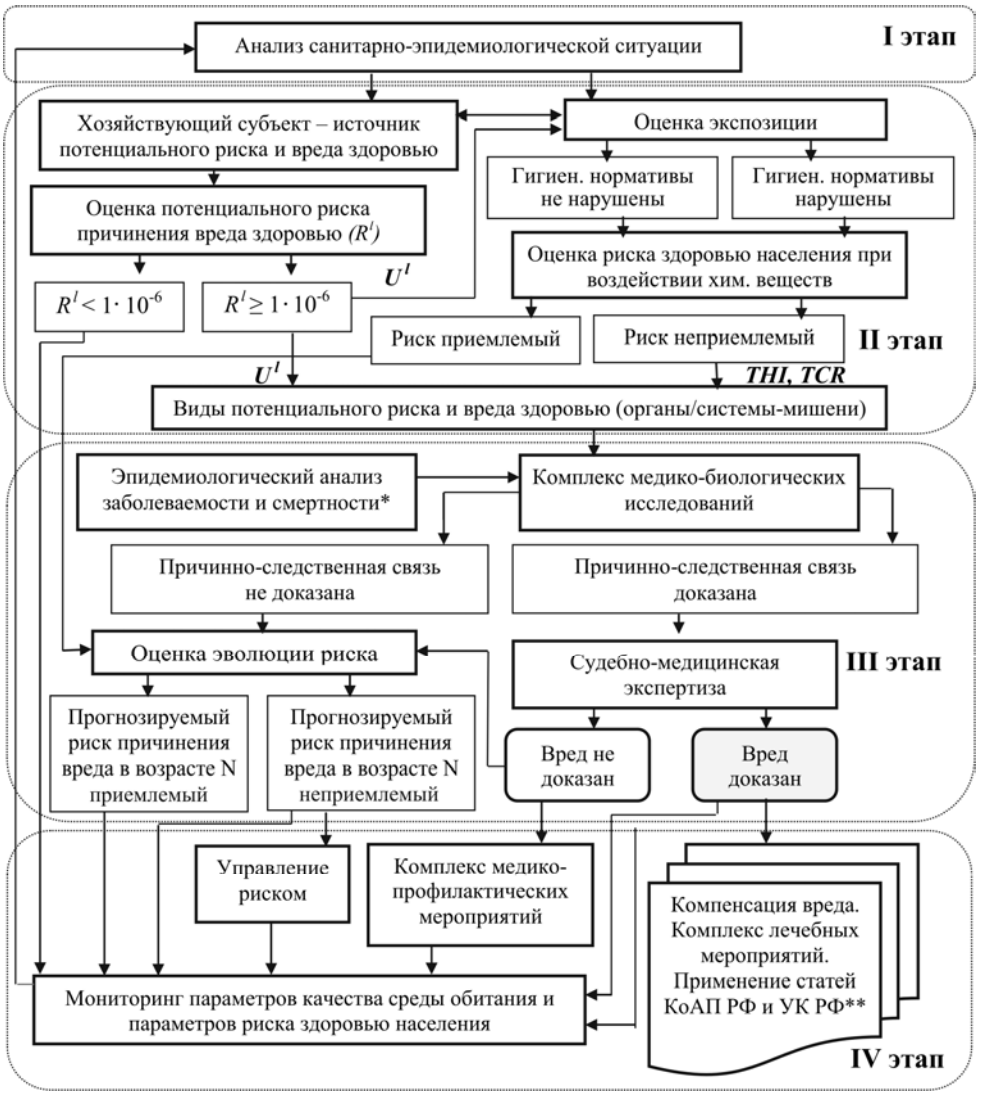
– нет иных объяснений возникновения данного эффекта.

При разработке алгоритма рассматривалась гипотеза, что причинно-следственная связь между нарушением законодательства в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия и фактом причинения вреда здоровью является прямой и закономерной. При этом нарушение санитарного законодательства и несоблюдение гигиенических нормативов качества факторов окружающей среды и / или необеспечение параметров приемлемого риска формируют дополнительные случаи нарушений здоровья населения на популяционном уровне при причинении вреда здоровью на индивидуальном уровне. Концептуальная схема гигиенического анализа условий причинения вреда здоровью человека при нарушении законодательства в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в результате хозяйственной деятельности субъектов с различными профилями внешнесредового риска и формирования доказательной базы этого вреда здоровью представлена на рис. 8.2.1.

Алгоритм включает в себя комплекс последовательных этапов, среди которых одним из центральных звеньев является оценка риска для здоровья.

Этап I. Этап установления обстоятельств, при которых требуется проведение санитарно-эпидемиологического расследования, исследования, экспертизы, обеспечивающий обоснование всей цепи доказательств и планирование системы аналитических, санитарно-эпидемиологических, медицинских и иных исследований.

Этап II. Этап накопления, актуализации и анализа информации об источниках воздействия, качестве факторов окружающей среды и оценки риска для здоровья, имеющий основными задачами: установление и документирование факта наличия источника вредного воздействия (хозяйствующего субъекта); идентификацию факторов опасности; оценку экспозиции, в том числе получение данных об уровне и продолжительности контакта человека с опасным химическим веществом и / или физическим фактором; установление видов вероятных негативных эффектов, включая оценку зависимости и взаимосвязи, а также их выраженность в системе «экспозиция – ответ»; получение количественных значений параметров риска для здоровья в отношении критических органов и систем.



* Анализ смертности и первичной заболеваемости по данным государственной статистической отчетности и обращаемости населения за медицинской помощью

** Применение статей Кодекса об административных правонарушениях и Уголовного кодекса РФ

Рис. 8.2.1. Концептуальная схема гигиенического анализа условий причинения вреда здоровью человека при нарушении законодательства в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в результате хозяйственной деятельности субъектов с различными профилями внешнесредового риска и формирования доказательной базы причинения этого вреда

Этап III. Этап формирования доказательной базы по наличию / отсутствию вреда здоровью, связанного с воздействием факторов окружающей среды. Данный этап включает в себя три подэтапа:

1. **Проведение медико-биологических исследований** для установления и оценки вида и тяжести вреда здоровью, в том числе:

– проведение исследования качественного и количественного содержания в биосубстратах организма (тканях, экскретах, биологических жидкостях, выдыхаемом воздухе и др.) химических веществ (маркеров экспозиции) для подтверждения контакта человека с фактором внешней среды;

– выполнение лабораторных, функциональных и инструментальных исследований состояния здоровья по программам, адекватным характеру и уровню воздействия, включающим в обязательном порядке определение маркеров эффекта;

– проведение медицинских осмотров с описанием и анализом индивидуальных и групповых уровней клинических проявлений нарушений здоровья, адекватных воздействию вредного фактора окружающей среды, с целью подтверждения наличия собственно вреда здоровью.

2. **Сбор и анализ данных об индивидуальных и среднегрупповых особенностях** образа жизни, производственных, наследственных и иных факторах. Осуществляется с целью доказательства того, что известны и устранены другие факторы, которые могли бы вызвать аналогичные нарушения здоровья.

3. **Системная обработка совокупности информации** по видам эффектов, критериям воздействия, имеющимся моделям описания причинно-следственных связей в системе «экспозиция – эффект». Осуществляется с целью: системной обработки всей совокупности информации, полученной на предыдущих этапах, которая завершается формированием единой доказательной базы наличия или отсутствия вреда здоровью, причиненного воздействием факторов окружающей среды и формированием экспертного заключения, и установления доказанной связи – завершается оформлением заключения судебно-медицинской экспертизы. Данный подэтап является завершающим этапом в алгоритме формирования доказательной базы наличия или отсутствия вреда здоровью на популяционном и (или) индивидуальном уровнях, причиненного воздействием факторов окружающей среды.

Этап IV. Этап разработки комплекса мероприятий по минимизации риска и вреда здоровью населения, причиненного в результате нарушения законодательства в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия.

Оценка риска для здоровья в системе формирования доказательства вреда позволяет решить сразу нескольких задач: установить факторы опасности (стадия идентификации опасности), получить данные об уровне и продолжительности контакта человека с опасным агентом (оценки экспозиции), установить виды вероятных негативных эффектов (оценка зависимостей «экспозиция – ответ» и их выраженность), получить количественные значения риска для здоровья в отношении критических органов и систем.

На этапе оценки риска изучаются и обобщаются научные данные о разных видах нарушений здоровья, которые могут быть сформированы в условиях конкретной экспозиции, рассматривается возможность острых или хронических воздействий. Наличие неприемлемого риска для здоровья, выявленного стандартизованными методами, является одним из признаков причинения вреда, включаемым в доказательную базу.

В общем случае гигиенический анализ условий причинения вреда здоровью человека при нарушении законодательства в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в результате хозяйственной деятельности субъектов и формирование доказательной базы осуществляются в рамках проведения санитарно-эпидемиологических исследований (расследований) и санитарно-эпидемиологических экспертиз, целью которых с учетом существующих правовых аспектов является установление источника (источников), причин, условий возникновения массовых неинфекционных заболеваний, характера и степени воздействия загрязнения объектов окружающей среды на население, качественная или количественная оценка вреда здоровью лиц с установлением наличия или отсутствия связи этого вреда с уровнем воздействия факторов окружающей среды.

При формировании доказательной базы причинения вреда здоровью исследуется связь фактических нарушений здоровья экспонируемого населения с дея-

тельностью хозяйствующего субъекта (или нескольких субъектов), нарушающего санитарное законодательство и формирующего ненормативное качество объектов среды обитания, и последовательно оценивается:

– вид деятельности хозяйствующего субъекта, профиль его внешнесредового риска, виды потенциального причинения вреда здоровью;

– степень загрязнения окружающей среды, численность населения, проживающего в зонах с различными уровнями загрязнения (воздействия);

– технические характеристики источников загрязнения окружающей среды и воздействия на экспонируемое население (на популяционном, групповом или индивидуальном уровнях);

– особенности технологического процесса и характеристик производственного оборудования, определяющих характер загрязнения;

– долевой вклад отдельных источников в загрязнение объектов окружающей среды и уровень воздействия на население;

– степень вреда здоровью населения в результате воздействия конкретных источников загрязнения;

– контингент лиц, требующий реализации медико-профилактических программ.

Этап I. Этап установления обстоятельств, при которых требуется проведение санитарно-эпидемиологического исследования, расследования, экспертизы. Этап обеспечивает обоснование всей цепи доказательств и планирование системы аналитических, санитарно-эпидемиологических, медицинских и иных исследований.

Объектом исследования на данном этапе являются объекты среды обитания и здоровье населения и / или индивидуума, находящихся под воздействием факторов среды обитания на исследуемой территории. Исследование выполняется на популяционном и / или индивидуальном уровнях. Оценка химических и физических факторов среды обитания и санитарно-эпидемиологической ситуации на территории выполняется на основе анализа информации о потенциальных источниках опасности по материалам инвентаризации выбросов и сбросов химических веществ в объекты окружающей среды; уровнях и пространственно-временных особенностях загрязнения объектов среды обитания по материалам расчетов и / или инструментальных исследований с выделением химических веществ, содержание которых превышает гигиенические нормативы; установления уровней физических факторов, воздействие которых превышает гигиенические нормативы; количестве населения, проживающего в условиях различного уровня экспозиции химических, физических факторов среды обитания; известных на данном этапе формируемых параметрах рисков для здоровья населения; характере действия химических веществ и / или физических факторов на организм человека; состоянии здоровья экспонируемого населения.

Источниками информации о качестве среды обитания в отношении химических и физических факторов являются данные учетно-отчетных форм (см. этап II).

Источниками информации о состоянии здоровья населения могут являться данные государственной статистической отчетности (формы № 12-здрав, № 30-здрав, таблицы С51 и др.); данные об обращаемости населения за медицинской помощью (индивидуальные деперсонифицированные данные в форматах фонда обязательного медицинского страхования); также могут использоваться результаты диспансерных наблюдений, медико-профилактических осмотров; направленных медико-биологических исследований.

Источниками информации о численности экспонируемого населения являются материалы генерального плана поселения, органов местного самоуправления, фонда обязательного медицинского страхования и пр. Оптимально использовать геоинформационную систему со специализированным слоем по численности или плотности населения.

Результатами этапа являются: *факторы и условия формирования риска*, приоритетные химические вещества и / или физические факторы, формирующие приемлемые или неприемлемые риски и / или вносящие вклад в неприемлемые рис-

ки для здоровья населения и пути их воздействия на население; *приоритетные группы населения* (детского и взрослого); *вероятные виды нарушения здоровья* населения, критические органы и системы для выявленных приоритетных химических и / или физических факторов среды обитания.

Итогом первого этапа могут быть два варианта следствия – либо завершение исследования (отсутствие объективных причин), либо продолжение исследования (выявлены условия и причины неблагоприятного действия химических и / или физических факторов среды обитания на здоровье населения) (рис. 8.2.2).

Анализ жалоб. Социологическое исследование. Анализ градостроительных решений по размещению промышленных объектов, объектов жилья и соцкультбыта, объектов транспортной инфраструктуры и пр. на исследуемой территории. Гигиеническая оценка состояния объектов среды обитания на территории: анализ документации о потенциальных источниках опасности, анализ результатов инструментальных исследований химических / физических факторов среды обитания, анализ результатов моделирования распространения химических веществ / физических факторов в объектах среды обитания, анализ результатов оценки риска для здоровья населения. Оценка состояния здоровья населения на исследуемой территории

↓

Отсутствуют объективные причины:
– нарушения санитарных правил и норм,
– превышения гигиенических нормативов как по расчетным данным, так и по результатам инструментальных исследований,
– потенциальный риск причинения вреда не установлен,
– риск для здоровья приемлемый

↓

Завершение исследования

Заключение

Выявлены:
– потенциальные источники опасности и условия вредного воздействия химических / физических факторов среды обитания,
– нарушения санитарных правил и норм,
– нарушения гигиенических нормативов,
– определен потенциальный риск причинения вреда,
– риск для здоровья выше приемлемого уровня

↓

Продолжение исследования

Этап II

Рис. 8.2.2. Этап I. Установление обстоятельств, потребовавших проведения санитарно-эпидемиологического исследования ситуации

По результатам первого этапа принимается решение о продолжении / завершении санитарно-эпидемиологического исследования. При решении о продолжении проведения санитарно-эпидемиологического исследования разрабатывается программа второго этапа гигиенического анализа условий причинения вреда здоровью человека и формирования доказательной базы негативного воздействия деятельности хозяйствующих субъектов опосредованно через качество объектов среды обитания на здоровье населения.

Этап II. Этап накопления, актуализации и анализа информации об источниках воздействия, качестве факторов окружающей среды и оценки риска для здоровья. Основными задачами этапа являются: установление и документирование факта наличия источника вредного воздействия (хозяйствующего субъекта или др. источника); идентификация факторов опасности; оценка экспозиции, в том числе получение данных об уровне и продолжительности контакта человека с опасным химическим веществом и / или физическим фактором; установление видов вероятных негативных эффектов, включая оценку зависимости и взаимосвязи, а также их выраженность в системе «экспозиция – ответ»; получение количественных значений потенциального риска причинения вреда здоровью, потенциального вреда, параметров внешнесредового риска для здоровья в отношении критических органов и систем.

Объектом исследования на втором этапе являются параметры хозяйствующего субъекта, профиль его внешнесредового риска, параметры химических / физических факторов среды обитания, население, проживающее в условиях воздействия исследуемых факторов. На данном этапе собирается максимально полная информация о выявленных потенциальных источниках опасности, условиях вредного воздействия химических / физических факторов среды обитания, уровнях экспозиции, нарушениях гигиенических нормативов.

Источниками информации о параметрах хозяйствующих субъектов, профиле их внешнесредового риска, параметрах химических / физических факторов среды обитания могут являться:

– учетно-отчетная документация хозяйствующих субъектов (технологические регламенты, ведомости инвентаризации источников выделения и выбросов, проекты установления нормативов предельно допустимых выбросов, ведомости инвентаризации источников шума в составе проектов СЗЗ, проекты установления нормативов допустимых сбросов, лимитов на отходы, результаты производственного контроля, журналы первичного учета ПОД-1 (учета стационарных источников выбросов и их характеристик), ПОД-2 (учета выполнения мероприятий по охране атмосферного воздуха) и пр.);

– результаты расчетов рассеивания примесей, результаты акустических расчетов, выполненные по стандартизованным методикам с применением унифицированных программных средств;

– результаты инструментальных измерений, полученные в ходе социально-гигиенического и экологического мониторингов, контрольно-надзорных мероприятий, исследований, расследований, экспертиз и направленных научных исследований;

– результаты моделирования распространения исследуемых факторов в объектах окружающей среды. Результаты расчетного моделирования могут уточняться результатами инструментальных исследований, например, для химических веществ атмосферного воздуха – с использованием подходов сопряжения расчетных и натурных данных, изложенных в работе С.В. Клейн [Клейн С.В., 2011].

Хранение и обработку всей совокупности данных целесообразно осуществлять в среде геоинформационной системы с отображением данных на векторной карте (или карте-схеме) исследуемой территории. В качестве топоосновы для ГИС используются карты-схемы территорий различного масштаба: при населении более 100,0 тыс. человек – масштаба 1:10 000, при населении от 10,0 до 100,0 тыс. человек – масштаба 1:2000, при населении от 1,0 до 10,0 тыс. человек – масштаба 1:1000, при населении менее 1,0 тыс. человек – масштаба 1:500.

С целью определения численности экспонируемого населения на территории исследования в геоинформационной системе может быть сформирован специализированный слой по численности или плотности населения. Источниками указанных данных могут являться материалы генерального плана поселения, органов местного самоуправления, фонда обязательного медицинского страхования и пр. Исходные данные содержат сведения: о количестве (плотности) населения, проживающего на исследуемой территории; о количестве детей и взрослых или структуре населения на данной территории. Полученные результаты являются основой для оценки риска по классической схеме и с использованием эволюционных моделей [Р 2.1.10.3968-23].

Оценка потенциальных рисков причинения вреда здоровью для анализируемых видов деятельности хозяйствующего субъекта – потенциального источника вреда здоровью – осуществляется в соответствии с подходами, изложенными в [МР 5.1.0116-17].

При реализации всех стандартных процедур оценки риска устанавливаются приоритетные факторы опасности и вероятные эффекты в состоянии здоровья (этапы идентификации опасности и оценки зависимости «доза – эффект»), оцениваются уровни воздействия и количество населения, подвергаемого этому воздействию (этап оценки экспозиции), и уровень риска для здоровья (этап характеристики риска). Для этой цели, кроме полученной информации об уровнях экспозиции и условиях вредного воздействия химических / физических факторов окружающей среды на

население, при оценке риска используется справочная информация об уровнях референтных концентраций / доз химических веществ, референтных уровнях физических факторов; доказанных эффектах, связанных с воздействием химических веществ (физических факторов), в отношении здоровья населения; критических органах и системах, поражаемых химическими веществами (физическими факторами); математических моделях, описывающих связь между уровнями содержания химических веществ в окружающей среде или воздействующими уровнями физических факторов и нарушениями здоровья населения; физиологической норме или региональных фоновых уровнях содержания химических веществ в биологических средах и субстратах организма человека. Данная информация может быть взята из отечественной научной и нормативно-методической литературы, а также баз данных, размещенных на официальных сайтах Агентства по регистрации токсичных веществ и заболеваний (ATSDR), Национального центра биотехнологической информации (NCBI), Интегрированной системы информации о рисках (IRIS), Всемирной организации здравоохранения (WHO), Всемирной торговой организации (WTO), Комиссии Кодекс Алиментариус и пр.

Оценка риска здоровью экспонируемого населения осуществляется в соответствии с утвержденными методиками для выявленных условий экспозиции [Р 2.1.10.3968-23; МР 2.1.10.0059-12].

Результатами второго этапа являются: установление перечня вероятных источников опасностей и угроз химического и / или физического характера для здоровья населения; их категории и уровни потенциального риска причинения вреда здоровью (для хозяйствующих субъектов); параметры экспозиции и их оценка; профиль внешнесредового риска, в том числе факторы риска с выделением приоритетных химических веществ (физических факторов) и путей их поступления населению (воздействия на население), а также вклада приоритетных факторов в уровень формируемого риска; критические органы и системы, вероятные виды нарушений здоровья, характерные для установленного воздействия (экспозиции); рассчитанные параметры внешнесредового риска для здоровья и результаты их сравнения с критериями приемлемости; количество населения и приоритетные половозрастные и / или территориальные группы населения, находящегося или проживающего в условиях неприемлемого риска (рис. 8.2.3).

Итогом второго этапа могут являться два варианта следствия – либо завершение исследования (отсутствие нарушения санитарных правил и норм и отсутствие превышения приемлемого уровня риска), либо продолжение исследования (выявлены нарушения санитарных правил и норм в отношении химических и / или физических факторов окружающей среды и / или выявлены превышения приемлемого уровня риска для здоровья экспонируемого населения).

По итогам II этапа при продолжении расследований для III этапа формируется программа эпидемиологических и медико-биологических исследований, включающая содержание, объем и время проведения медико-биологических исследований, а также обследуемый контингент. Формирование программ проведения медико-биологических исследований осуществляется в соответствии с действующими нормативно-методическими документами.

Этап III. Этап формирования доказательной базы по наличию / отсутствию вреда здоровью, связанного с воздействием факторов среды обитания, включающий в себя три подэтапа:

– проведение эпидемиологического анализа заболеваемости, смертности населения на территории наблюдения и сравнения, проведение углубленных медико-биологических исследований для установления и оценки вида и тяжести вреда здоровью;

– сбор и анализ данных об индивидуальных и среднегрупповых особенностях образа жизни, производственных, наследственных и иных факторах;

– системная обработка совокупности информации по видам эффектов, критериям воздействия, имеющимся моделям описания причинно-следственных связей в системе «экспозиция – эффект».

Сбор полной информации о выявленных потенциальных источниках опасности. Оценка соответствия источников опасности требованиям санитарного законодательства. Установление категории и уровня потенциального риска причинения вреда, видов потенциального вреда. Определение условий вредного воздействия химических / физических факторов среды обитания. Инструментальные исследования химических / физических факторов среды обитания. Моделирование распространения физических факторов, химических веществ в объектах среды обитания. Оценка уровней экспозиции. Оценка соответствия санитарным правилам и нормам. Оценка риска здоровью. Выявление приоритетных факторов опасности и вероятных эффектов в состоянии здоровья (идентификация опасности). Оценка экспозиции, характеристика зоны воздействия и оценка количества населения, подвергаемого воздействию. Оценка зависимости «доза – эффект». Оценка уровня риска для здоровья, сравнение полученного уровня риска с критериями приемлемости (характеристика риска). Анализ неопределенностей. Определение факторов, влияющих на надежность оценок риска. Определение профиля внешнесредового риска

↓ ↓

Отсутствуют нарушения санитарных правил и норм. Не установлены вероятные источники опасностей и угроз химического / физического характера для здоровья населения	Выявлены нарушения санитарных правил и норм. Выявлены нарушения гигиенических нормативов. Установлены вероятные источники опасностей и угроз химического / физического характера для здоровья населения
↓	↓
Не выявлены приоритетные факторы опасности и не определены вероятные эффекты в состоянии здоровья. Отсутствует население под воздействием. Риск для здоровья приемлемый	Выявлены приоритетные факторы опасности и определены вероятные эффекты в состоянии здоровья. Определено количество населения под воздействием. Риск для здоровья выше приемлемого уровня
↓	↓
Завершение расследования	**Продолжение расследования**
Заключение	Этап III (подэтап 3.1)

Рис. 8.2.3. Этап II. Этап накопления, актуализации и анализа информации об источниках воздействия, качестве факторов окружающей среды и оценки риска для здоровья

Подэтап 3.1. Проведение эпидемиологического анализа заболеваемости, смертности населения на территории наблюдения и сравнения, осуществления углубленных медико-биологических исследований для установления и оценки вида и тяжести вреда здоровью. Данный подэтап имеет целью: сбор и обобщение данных по реализации рисков для здоровья, качественную и (или) количественную оценку вреда здоровью лиц на индивидуальном и / или популяционном уровнях с установлением наличия или отсутствия связи этого вреда с уровнем воздействия химических / физических факторов окружающей среды (атмосферного воздуха, природных и / или питьевых вод, почв, продуктов питания и пр.).

Объектами исследования на данном подэтапе являются: статистические данные об уровнях заболеваемости, смертности на исследуемых территориях, население, проживающее в условиях воздействия химических и / или физических факторов окружающей среды, биосубстраты организма.

В обобщенном аспекте на исследуемой территории в рамках проведения углубленных медико-биологических исследований осуществляется: выбор контингента для исследования; оценка групповой и персональной экспозиции исследуемых факторов среды обитания; качественное и количественное определение в организме человека химических веществ (маркеров экспозиции), выполненных стандартизо-

ванными методами и характеризующих контакт с фактором среды обитания; качественное и количественное определение лабораторных показателей (маркеров ответа (эффекта)), выполненных стандартизованными методами, отражающих состояние здоровья организма, и адекватных воздействию фактора окружающей среды и / или уровню содержания маркера экспозиции в организме; клинические исследования, в том числе осмотр обследуемого врачом-терапевтом / педиатром, врачами узкой специализации, с целью выявления и описания клинических проявлений нарушений здоровья, адекватных воздействию фактора среды обитания и / или уровню содержания маркера экспозиции в организме; оценка функциональных нарушений, адекватных воздействию фактора среды обитания и / или уровню содержания маркера экспозиции в организме.

Проведение биомедицинских исследований осуществляется в строгом соответствии с Национальным стандартам РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP), с обязательным соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинкской декларации 1975 г. с дополнениями 1983 г., получением информированного согласия обследуемых лиц. Все медицинские, клинико-лабораторные и химико-аналитические результаты медико-биологических исследований оформляются в виде выписок, результатов анализов и протоколов установленного образца.

Исходной базой на данном подэтапе являются результаты I и II этапов, качественно и количественно описывающие: перечень опасностей для здоровья населения на исследуемой территории; параметры хозяйствующего субъекта или другого источника негативного воздействия; профили внешнесредового риска; уровни загрязнения объектов среды обитания; проживание или пребывание исследуемого населения в условиях экспозиции; приоритетные химические вещества / физические факторы, формирующие риски (неприемлемые и / или вносящие вклад в неприемлемые риски) для здоровья населения, и пути их воздействия на население; токсикологические профили химических веществ.

На этапе проведения медико-биологических исследований для выявления и оценки вреда здоровью предпочтительным является метод «случай – контроль». С этой целью формируются группы обследуемых из двух зон, характеризующихся различными уровнями экспозиций факторов окружающей среды относительно заданных критериев безопасности (исследуемая и контрольная группы). Обязательным условием при формировании контрольной группы является сопоставимость по социально-экономическим, культурно-бытовым и др. показателям с опытной группой. Для группы сравнения (контрольной группы) осуществляются все этапы исследования, аналогичные исследованиям группы наблюдения, включая в том числе этапы оценки экспозиции, оценки риска, проведения медико-биологических исследований и пр.

Выбор групп населения для проведения медико-биологических исследований осуществляется с учетом выявленных ожидаемых неблагоприятных эффектов, данные о которых получены на этапе оценки риска. Большое число эффектов на воздействие (восприимчивость, состояние иммунитета и т.д.) зависит от возраста и ряда социально-экономических условий жизни. При формировании группы для углубленных медико-биологических исследований соблюдаются следующие условия: группу составляет однородная возрастная категория в соответствии с принятыми в практике возрастными градациями с включением лиц обоего пола; группа является однородной по социально-бытовым и экономическим условиям жизни; факторы образа жизни, производственной и иной деятельности, которые могли существенно повлиять на результаты медико-биологических исследований, изучены и учтены при обработке результатов.

Объем выборки для исследования устанавливается по принципу достаточности для обеспечения статистической значимости исследования и рассчитывается, исходя из необходимого условия наличия зависимости между сравниваемыми признаками – достоверности коэффициента детерминации с заданным уровнем значимости (8.2.1):

$$N \geq 2 + t_{\alpha}^{2}(\frac{1}{R^{2}} - 1), \quad (8.2.1)$$

где N – объем выборки для исследования; t – коэффициент Стьюдента; R^2 – коэффициент детерминации; a – уровень значимости (a = 0,05[1]).

Для выбранных групп населения осуществляется *оценка персональной и групповой экспозиции.* Оценка экспозиции осуществляется для каждой точки, характеризующей место постоянного проживания человека, включенного в группы наблюдения и сравнения. В результате для каждого экспонируемого лица с учетом величины, частоты, продолжительности, путей (маршрутов) воздействия устанавливается индивидуальный уровень экспозиции в отношении конкретных действующих факторов. Групповая экспозиция представляет собой данные о максимальных разовых, среднегодовых и длительных (среднемноголетних) концентрациях / уровнях загрязнения среды обитания, отнесенных к определенной зоне (территории), где проживает исследуемая группа населения. Оценка экспозиции может быть выполнена на основании расчетных, натурных и / или сопряженных данных. Например, наиболее корректную оценку персональной аэрогенной экспозиции каждого члена исследуемой и контрольной группы дают результаты сопряжения расчетных и натурных данных в привязке к геоинформационной системе (адресному реестру) [Клейн С.В., 2011]. Оценка экспозиции осуществляется в соответствии с Р 2.1.10.3968-23.

Оценка риска для здоровья позволяет ориентировать исследователя на приоритетные факторы опасности и вероятные негативные ответы со стороны здоровья. Вместе с тем с позиций доказательности вреда необходим параметр, который подтверждал бы меру контакта фактора с человеком. Согласно определению ВОЗ, биологический маркер – это показатель или система показателей, характеризующих взаимодействие организма с потенциально опасными агентами разной природы. Выявленный и измеренный в лаборатории биологический маркер может обеспечить вывод о прямом фактическом эффекте, тем самым существенно снижая неопределенность оценки рисков для здоровья [Berman T., 2012; Brooks A., 2001; Cerna M. et al., 1997; Merville M.P. et al., 2008; Ong C.N. et al., 2002, и др.].

Общепризнанным доказательством контакта человека с химическим фактором риска является идентификация в различных биосубстратах организма (тканях, экскретах, биологических жидкостях, выдыхаемом воздухе и др.) химических примесей, присутствующих в среде обитания, или их устойчивых метаболитов. Маркеры экспозиции – неизменяемые экзогенные примеси или их доказанные метаболиты – широко используются при доказательстве воздействия уже в течение нескольких десятилетий [Зайцева Н.В. и др., 2015а, 2016, 2019, 2020; Землянова М.А. и др., 2019; Клейн С.В. и др., 2017а,с; Май И.В. и др., 2015; Скальный А.В. и др., 2016; Шилов В.В. и др., 2019; Christensen H.M., 1995; Genchi G. et al., 2020; Godleski J. et al., 2015].

В качестве потенциального маркера экспозиции для определения в организме (в биологических средах, субстратах) выбираются химические вещества, которые, по данным научной литературы, могут регистрироваться в биосредах в течение определенного времени после экспозиции человека и отражать уровень этой экспозиции. При этом определяются или сами химические вещества или доказанные продукты их трансформации в организме.

На текущий момент методическая и аппаратная база российских научных и практических организаций позволяет идентифицировать до нескольких сотен неорганических и органических соединений в крови, моче, грудном молоке, желчи, волосах, зубах и т.п. Самые современные методы хромато-масс-спектрометрии, атомно-аб-

[1] При уровне значимости α=0,05 квантиль распределения Стьюдента стремится к значению 1,96. Задавая конкретное значение коэффициента детерминации, по соотношению определяется минимальный объем выборки, позволяющий оценивать зависимость между анализируемыми показателями. Для оценки зависимостей низкой степени выраженности (R^2 ~ 0,05) общий объем выборки должен включать не менее 40 наблюдений.

сорбционной спектрометрии, в том числе в режиме пламенной атомизации, газовой и высокоэффективной жидкостной хроматографии позволяют качественно и количественно определять химические примеси в сверхмалых концентрациях. Это дает возможность подтверждать факт контакта человека с химическим агентом даже в условиях низких и / или кратковременных экспозиций [Авалиани С.Л. и др., 1992; Зайцева Н.В. и др., 2017; Нурисламова Т.В. и др., 2018; Ревич Б.А., 2004; Скальный А.В., 2003; Онищенко Г.Г. и др., 2011 a,b; Gwenzi W. et al., 2018; Zaitseva N.V. et al., 2021].

При этом диагностическая информативность разных биологических сред относительно химических компонентов неодинакова, что должно учитываться при выборе объекта исследования

Выбор объекта для аналитического исследования у человека – приоритетной биологической среды или субстрата (кровь, моча, волосы и др.) – осуществляется, исходя из следующих принципов: имеется возможность количественного измерения концентрации химического вещества в биосубстрате с требуемой точностью, селективностью, чувствительностью[1]; субстрат является информативным для идентификации и интерпретации причинно-следственных связей[2]. Учитывая закономерности поступления и распределения химических соединений в организме, в большинстве случаев наиболее адекватным биологическим материалом является цельная кровь, отражающая текущую экспозицию. В целом доказательная значимость метода очень высока. Корректно выбранное для идентификации соединение можно рассматривать как маркер экспозиции, однозначно указывающий на наличие контакта лица с воздействующим фактором. Данное положение признается учеными всего мира. Ken Secxton et al. [Secxton K., 2004] назвали измерение химических примесей в биологических средах «золотым стандартом» оценки экспозиции в условиях загрязнения среды обитания. Как следствие, методы качественной и количественной идентификации химических примесей в биологических средах и критериев их оценки развиваются и внедряются в практику достаточно интенсивно [МУ 2.1.10.3165-14; Нурисламова Т.В. и др., 2018; Орлова О.И. и др., 2010; Пинигин М.А., 2001; Скальный А.В. и др., 2003; Ревич Б.А., 2004; Barr D.B., 2008; Bowers T.S. et al., 1994; Elflein L. et al., 2003, и пр.].

Забор и хранение проб биоматериала для исследования осуществляются в соответствии с требованиями действующих нормативных и нормативно-методических документов. Измерения химических примесей в биологических средах выполняются стандартизованными методами.

Следует отметить, что при идентификации маркеров экспозиции крайне существенным является установление критериев сравнения. Критериями для оценки уровней содержания химических веществ в биологических средах могут являться: аналогичные показатели группы сравнения (населения, проживающего вне зон воздействия), данные научной литературы, «референтные уровни», фоновые региональные уровни, установленные в специальных исследованиях для исследуемой территории, среднестатистические уровни, обоснованные по результатам масштабных исследований [Клиническое руководство, 2003]. Использование региональных («фоновых») величин как критериев уровней маркеров экспозиции актуально для некоторых регионов, где уровни химических примесей в биологических средах – отличные от среднестатистических, и определяются особенностью геохимического состава почв, природных (и, соответственно, питьевых) вод, рядом генетических особенностей популяции. Порядок формирования корректных выборок для расчета фоновых концентраций описан в работе [Балашов С.Ю., Кирьянов Д.А., 2010, см. раздел 8.4].

Данные об уровнях содержания изучаемых факторов риска (маркеров экспозиции) в биологических средах (как и данные об уровнях других лабораторных пока-

[1] Для задач судебной защиты результатов желательным является включение методики определения в государственный реестр методов измерений.

[2] Приоритет отдается неинвазивным методам отбора субстратов.

зателей) обрабатываются с учетом характера распределения массива данных и расчетом статистических характеристик массива при разном характере распределения с применением методов стандартизации, оценкой вариационных рядов и критериальных показателей. Уровни содержания изучаемых факторов риска в биологических средах (лабораторных показателей) оцениваются по следующим показателям: среднее для группы значение концентрации примеси; стандартное отклонение для исследуемого массива данных; ошибка измерения для исследуемого массива данных; максимальное значение показателя в группе; доля проб с концентрациями химических веществ, превышающих уровень сравнения; результаты оценки достоверности отличия группового показателя уровня содержания химического вещества в биосубстрате от уровня сравнения (по критерию Стьюдента $t > 2$, $p \leq 0{,}05$) [Гланц С., 1998].

Критериями для включения результатов оценки содержания химических факторов риска (маркеров экспозиции) в биологических средах в доказательную базу являются: подтверждение научными данными (базы данных ВОЗ, EPA, нормативно-методические документы РФ и пр.) возможности присутствия вещества из объектов среды обитания или устойчивого метаболита в биосреде в условиях известной экспозиции; превышение среднего для группы показателя содержания маркера экспозиции в биосубстрате ($M \pm m$) на уровне достоверно более высоком, чем уровень сравнения ($M_k \pm m_k$[1]) ($p \leq 0{,}05$); установление достоверной связи между уровнем экспозиции и уровнем содержания маркера экспозиции в биосреде ($p \leq 0{,}05$).

Учитывая, что присутствие маркеров экспозиции в биологических средах отражает только контакт организма с химическими веществами, но не последствия этого контакта, параллельно с химико-аналитическими исследованиями выполняется отбор проб и анализ показателей (маркеров эффекта) состояния организма, которые напрямую или опосредованно отражают воздействие исследуемого фактора риска среды обитания. Выполнение лабораторных, функциональных и инструментальных исследований состояния здоровья осуществляется по разработанным программам, адекватным характеру и уровню воздействия, включающим в обязательном порядке определение маркеров эффекта. Выбор показателей лабораторных, функциональных и инструментальных исследований (маркеров эффекта) проводится на базе научного анализа имеющихся данных и обосновывается параметрами установленных в эпидемиологических исследованиях видов потенциального вреда, характеристиками профиля внешнесредового риска, данными литературы о вероятных негативных эффектах при воздействии факторов среды обитания.

На сегодня накоплен значительный объем данных о доказанных эффектах при воздействии факторов среды обитания, о критических органах и системах, поражаемых химическими веществами, присутствующими в окружающей среде, о математических моделях, описывающих взаимосвязь уровня фактора среды обитания и нарушения здоровья. Наиболее полно описано вредное воздействие химических факторов, что отражено в базах данных Агентства по регистрации токсичных веществ и заболеваний (ATSDR), Национального центра биотехнологической информации (NCBI), Интегрированной системы информации о рисках (IRIS), Всемирной организации здравоохранения (WHO), Всемирной торговой организации (WTO), Комиссии Кодекс Алиментариус. Формируется и отечественная база данных в рамках Российского регистра потенциально опасных химических и биологических веществ.

Чаще всего в качестве маркеров ответа используются отклонения от норм лабораторных показателей (биохимических, иммунологических, иммуногенетических и т.п.). В последние годы научные исследования по обоснованию биохимических, цитогенетических, иммунологических и молекулярно-генетических критериев для оценки воздействия техногенных химических факторов ведутся очень широко [Байдина А.С. и др., 2014; Величковский Б.Т., 2001; Воробьева Н.Ю., 2007; Галиуллина Э.Ф.

[1] Здесь и далее нижний индекс «*k*» означает «контроль», или «уровень сравнения».

и др., 2013; Долгих О.В. и др., 2012; Журков В.С. и др., Зайцева Н.В. и др., 2019, 2020; Землянова М.А. и др., 2019, 2000; Кашлева Е.А. и др., 2011; Лифшиц Б.М. и др., 1998; Любчеко П.Н. и др., 2006; Никифорова Н.Г., 2002; Плотникова И.А., 2009; Papageorgios I. et al., 2007; Phillips D.H., 2005; Zeka A. et al., 2006].

Для задач формирования доказательной базы оптимальным представляется использование специфических маркеров эффекта показателей, которые прямо указывают на биологический эффект при воздействии различных вредных факторов (например, определенные виды иммуноглобулинов: IgE к никелю, марганцу, формальдегиду, специфические IgG к бенз(а)пирену, ванадию, стронцию, фенолу, свинцу, хлороформу).

Крайне важным для формирования доказательной базы является корректный выбор маркеров экспозиции и маркеров ответа, которые являются связующими звеньями между уровнем факторов риска и нарушениями здоровья [МР 1.2.2028-05; МУ 2.1.10.2809-10; см. гл. 9].

Рассматриваются маркеры ответа на воздействие органических соединений и тяжелых металлов, оказывающих модифицирующее и адъювантное воздействие на патогенетические механизмы формирования нарушений биохимической, иммунологической, нейрогуморальной, апоптотической и медиаторной регуляции гомеостаза [Зайцева Н.В. и др., 2019, 2020; Землянова М.А. и др., 2019; Малыгина Л.С., 1997; см. гл. 9].

Все более глубокие исследования позволяют выявлять генетические показатели оценки иммунных нарушений и измененного метаболизма при воздействии техногенных химических факторов среды обитания – гены ферментов системы детоксикации ксенобиотиков; гены, участвующие в патогенезе техногенных нарушений в органах-мишенях; гены предрасположенности к онкопролиферативным состояниям; гены состояния компонентов иммунного ответа [Зайцева Н.В. и др., 2011 b, 2019, 2020; Сивочалова О.В. и др., 2003]. Апробированы маркеры, характеризующие морфофункциональное состояние организма (соматометрии, физиометрии, сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной систем) (см. раздел 4.5).

Разрабатываются методические подходы и накапливаются данные по маркерам воздействия физических факторов [Антошина Л.И. и др., 2009; Землянова М.А., 2016, 2019; Лапко И.В., 2021; Симонова Н.И и др., 2008; Текуцкая Е.Е., 2017; Borras M. et al., 2004].

Безусловно, неспецифические маркеры эффекта, которые указывают на общий ответ организма на воздействие различных вредных факторов, менее информативны, но в системе доказательств могут и должны быть использованы в полной мере. Так, к примеру, повышенное содержание малонового диальдегида в плазме крови отражает развитие окислительного стресса и при воздействии ряда тяжелых металлов, и при воздействии ароматических углеводородов. Однако в сопряжении с исследованием контаминации биологических сред маркер может свидетельствовать о негативном влиянии конкретного вещества.

Обязательным элементом включения маркера ответа в доказательную базу вреда здоровью является биологическое правдоподобие ответов, установленных в ряде масштабных исследований, включение этих ответов в токсикологические профили химических веществ и признанные на мировом уровне базы данных и т.п.

Корректный выбор маркеров экспозиции и маркеров эффекта существенно повышает качество доказательной базы вреда здоровью.

Критериями для включения результатов лабораторных, функциональных и инструментальных исследований (маркеров ответа) в систему доказательств являются: регистрация у ряда обследуемых группы наблюдения однонаправленных изменений лабораторных показателей, отражающих воздействие химического, физического фактора ($nG > G_k \pm g_k$; $n > 5$ %); выявление достоверной связи показателя с уровнем экспозиции и / или уровнем маркера экспозиции ($p \leq 0{,}05$); наличие в группе наблюдения у нескольких обследуемых схожих (типичных) комплексов изменений лабораторных показателей, свидетельствующих о наличии функциональных нару-

шений (n > 5 %); наличие научных данных о биологическом правдоподобии изменения показателя или комплекса показателей при установленном уровне экспозиции (маркера экспозиции).

Врачебные осмотры организуются с целью выявления клинических проявлений нарушений здоровья, вероятностно связанных с факторами риска на исследуемых территориях (в исследуемых группах), с уровнем наличия в биологических средах химических примесей – маркеров экспозиции, с уровнем отклонения от физиологических норм лабораторных и / или функциональных показателей.

При проведении осмотров врачами регистрируется наличие (отсутствие) тех нарушений, которые ожидались при отмеченном уровне экспозиции и патогенетически могли быть связаны с последней. Рассматриваются заболевания (нарушения здоровья), в отношении которых был установлен потенциальный вред здоровью, и риск был определен как неприемлемый. Результатами врачебных осмотров являются: описанные для каждого обследуемого результаты объективного осмотра; описанные для каждого обследуемого результаты лабораторных показателей и результаты функциональных и инструментальных исследований; диагнозы для каждого обследуемого (основные и сопутствующие), выставленные с учетом комплекса лабораторных показателей и результатов функциональных и инструментальных исследований.

Результаты врачебных осмотров обрабатываются с учетом характера распределения массива данных и сопровождаются расчетом статистических характеристик массива при разном характере распределения с применением методов стандартизации, оценкой вариационных рядов и критериальных показателей. Результаты врачебных осмотров оцениваются по следующим показателям для каждой исследованной группы: частота каждого выставленного диагноза в группе (количество выставленных диагнозов, отнесенное к числу обследованных); частота наблюдаемого объективного признака нарушения здоровья; средний для группы параметр физиологической функции (при возможности такой оценки); стандартное отклонение параметра для исследуемого массива данных; ошибка измерения параметра для исследуемого массива данных; частота отклонения физиологического параметра от нормы (доля измерений с отклонением от нормы от общего числа измерений); максимальное значение показателя в группе; результаты оценки достоверности отличия группового показателя уровня содержания химического вещества в биосубстрате от уровня сравнения (по критерию Стьюдента $t > 2$, $p \leq 0{,}05$). Данные врачебных осмотров являются завершающим «инструментальным» этапом сбора доказательной базы.

Доказательствами собственно вреда здоровью являются:

– установление на основе системного анализа клинических признаков и данных лабораторных инструментальных, функциональных тестов в группе экспонированных лиц ряда одинаковых диагнозов, имеющих достоверные биологически оправданные связи с экспозицией (маркерами экспозиции);

– регистрация функциональных нарушений критических органов и систем, для которых риск был оценен как неприемлемый. При этом частота этих нарушений достоверно превышает таковую в группе сравнения;

– научные данные об аналогичных заболеваниях, возникающих в условиях аналогичной экспозиции.

Результатом подэтапа проведения углубленных медико-биологических исследований являются данные: о качественном и количественном содержании в биологических средах и субстратах организма индивидуума маркера (маркеров) экспозиции исследуемого химического вещества (веществ), характеризующего (характеризующих) контакт с ним (ними) в объектах среды обитания; маркерах эффекта – лабораторных показателях (биохимических, иммунологических, функциональных и др.) состояния здоровья организма индивидуума, отражающих воздействие химического вещества / физического фактора; клинических проявлениях нарушений здоровья индивидуума; заболеваемости индивидуума.

Итогом подэтапа 3.1 могут являться два варианта следствия – либо завершение исследования (отсутствие достоверного различия в уровнях заболеваемости, уровнях маркеров экспозиции и / или эффекта у экспонируемого населения и населения без воздействия или отсутствие отклонения от нормы, недействующего уровня), либо продолжение исследования (установлены достоверные различия в уровнях заболеваемости, уровнях маркеров экспозиции и эффекта у экспонируемого населения и населения без воздействия или установлены достоверные отклонения от нормы, недействующего уровня) (рис. 8.2.4).

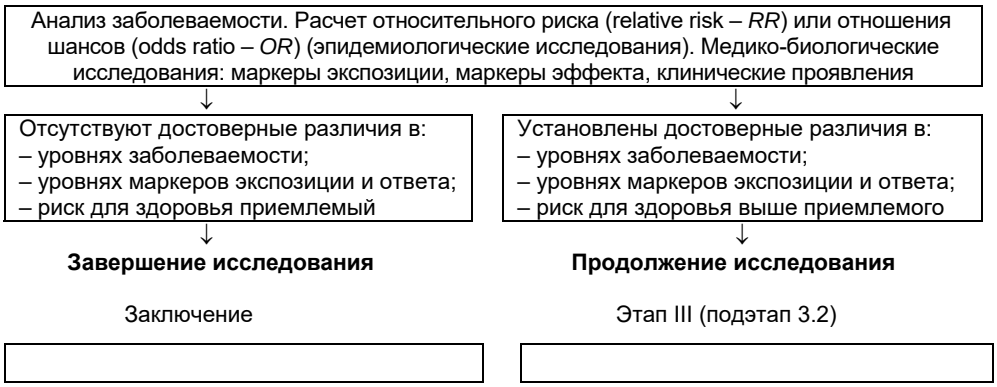


Рис. 8.2.4. Подэтап 3.1. Проведение медико-биологических исследований для установления и оценки вида и тяжести вреда здоровью

Подэтап 3.2. Сбор и анализ данных об индивидуальных и среднегрупповых особенностях образа жизни, производственных, наследственных и иных факторах

Данный подэтап имеет целью выявить факторы, которые могли бы вызвать подобные нарушения здоровья, выявленные на подэтапе проведения медико-биологических исследований. Объектами исследования на подэтапе 3.2 являются анкеты, результаты социологических исследований, медицинские карты, базы данных и др. Данный подэтап являлся обязательным при исследовании случаев возникновения и специфических и неспецифических ответов (имеющих смешанный механизм возникновения). Тщательность проведения данного этапа минимизирует неопределенности всего исследования.

В социологические анкеты необходимо включать информацию об условиях и длительности проживания (пребывания) на исследуемой территории, национальных особенностях, бытовых, жилищных, социально-экономических характеристиках, профессиональных вредностях, семейном положении, особенностях жизнедеятельности, двигательной активности, психоэмоциональном фоне, имеющихся хронических, наследственных заболеваниях, жалобах на состояние здоровья, на факторы среды обитания и другие характеристики в зависимости от комплекса и характеристик воздействующих факторов.

Результатом подэтапа является выявление факторов, которые могли бы вызвать аналогичные (схожие, типовые) нарушения здоровья, выявленные на подэтапе 3.1. Итогом данного подэтапа могут являться два варианта следствия – либо завершение исследования (выявлены факторы, которые доказанно вызывают аналогичные нарушения здоровья, установленные на подэтапе 3.1, и влияют на количественную характеристику ответа, обусловливая анализируемые нарушения здоровья), либо продолжение исследования (не выявлены факторы, которые доказанно вызывают аналогичные нарушения здоровья, установленные на подэтапе 3.1) (рис. 8.2.5).

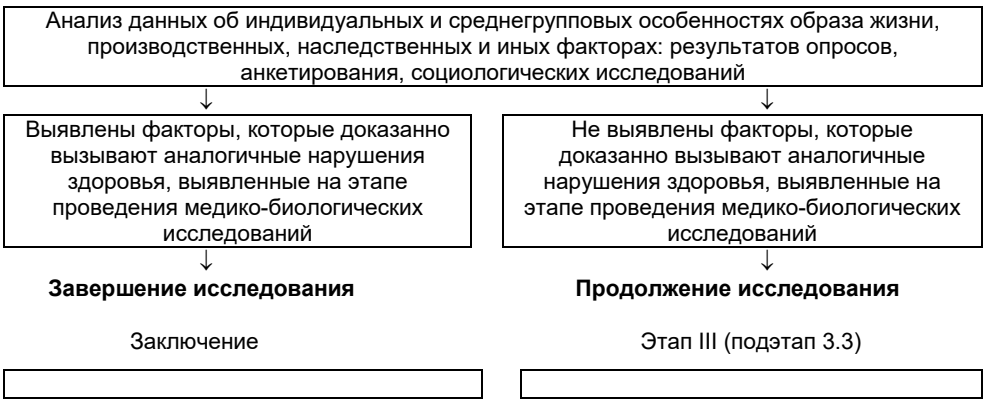


Рис. 8.2.5. Подэтап 3.2. Сбор и анализ данных об индивидуальных и среднегрупповых особенностях образа жизни, производственных, наследственных и иных факторах

Подэтап 3.3. Системная обработка совокупности информации по видам эффектов, критериям воздействия, имеющимся моделям описания причинно-следственных связей в системе «экспозиция – эффект»

Данный подэтап имеет целью доказать или опровергнуть наличие вреда здоровью и связь вреда с химическим и / или физическим фактором (-ами) среды обитания, определить, является ли эта связь причинно-следственной или только корреляционной.

Объектом исследования на подэтапе 3.3 являются материалы и результаты, полученные на предыдущих этапах и подэтапах об источниках воздействия, качестве факторов среды обитания, результатах оценки риска для здоровья экспонируемого населения, проведения медико-биологических исследований; данных об индивидуальных и среднегрупповых особенностях образа жизни, производственных, наследственных и иных факторах. Источниками информации на данном подэтапе исследований являются материалы, протоколы, выписки, заключения, полученные на предыдущих этапах. В результате данные, полученные на предыдущих этапах, являются основой для:

– математической обработки полученных данных, определения связей между: факторами среды обитания и маркером (маркерами) экспозиции; факторами среды обитания и маркером (маркерами) эффекта; маркером (маркерами) экспозиции и маркером (маркерами) эффекта; маркером (маркерами) эффекта и нозологической формой (формами) нарушений здоровья;

– комплексной аналитической обработки (этиологического и патогенетического обоснования выявленных нарушений здоровья);

– установления причинно-следственных связей.

Исследование зависимостей в системе «среда обитания – здоровье населения». Моделирование зависимостей в системе «среда обитания – здоровье населения» представляет собой процесс идентификации параметров математических моделей, отражающих влияние факторов среды обитания на показатели состояния здоровья на основе выборочных эпидемиологических исследований. Данная процедура проводится в два этапа, каждый из которых предполагает построение соответствующих моделей.

На первом этапе устанавливалась зависимость между экспозицией химических факторов окружающей среды и содержанием веществ в биологических средах организма (маркером экспозиции). На втором этапе строились модели зависимостей между содержанием химических веществ в биосреде (маркером экспозиции) и отклонением клинических, лабораторных и / или функциональных показателей от физиологической нормы (маркерами ответа).

Для построения модели зависимости между химическими факторами среды обитания и содержанием веществ в биологических средах организма (маркером экспозиции) в качестве параметра экспозиции могут быть использованы концентрации веществ в объектах среды обитания или доза веществ при односредовом или многосредовом путях поступления.

В условиях низкодозового (или низкоуровневого) хронического воздействия загрязняющих веществ в концентрациях в пределах 0,1–0,5 ПДК$_{сс}$ допустимым является использование линейных зависимостей вида:

$$x = b_1 D + b_0 , \qquad (8.2.2)$$

где D – средняя суточная доза, усредненная на хроническую экспозицию химического вещества, мг/(кг·день);

x – концентрация химического вещества в биосреде, мг/дм^3;

b_0, b_1 – параметры модели, характеризующие начальный уровень концентрации вещества в биосреде и скорость абсорбции.

В случае наличия концентраций загрязняющих веществ в объектах среды обитания более 0,5 ПДК математическая модель задается S-образной кривой и описывается уравнением:

$$C = \frac{k}{1 + e^{b_0 + b_1 D}} , \qquad (8.2.3)$$

где C – концентрация вещества в биосреде;

D – суточная доза с учетом путей поступления вещества;

k, b_0 и b_1 – параметры модели.

Расчет параметров модели и проверка адекватности осуществляются с использованием стандартных процедур. При установлении адекватной модели, отражающей исследуемую зависимость, концентрация химического вещества в крови принималась в качестве маркера экспозиции хронического воздействия.

Моделирование зависимости «маркер экспозиции – маркер ответа» проводится на основе совокупности данных по содержанию химических веществ в биосредах, клинико-лабораторных, функциональных и инструментальных показателей, допустимым является построение парных математических моделей «маркер экспозиции – маркер ответа». Для этой цели в результате статистических исследований для каждого наблюдения (индивидуума из выборочной совокупности) фиксируются значения маркера экспозиции и маркера ответа. При построении парных математических моделей в качестве зависимой переменной выступает маркер ответа, в качестве независимой – маркер экспозиции [Цинкер М.Ю. и др., 2013]. Расчет недействующего уровня фактора экспозиции базируется на построении регрессионных моделей, отражающих влияние уровня экспозиции на показатель «отношение шансов» (OR), который характеризует силу связи между значениями уровня экспозиции и ответом. В качестве критерия наличия связи принимается условие $OR \geq 1$.

В качестве маркера ответа также может использоваться показатель отклонения уровня зарегистрированной заболеваемости по отдельным нозологическим формам от среднего уровня заболеваемости на исследуемой территории. В этом случае заболеваемость оценивается по данным обращаемости за медицинской помощью в поликлинику в течение года до момента обследования. Моделирование зависимости с использованием в качестве маркера ответа числа случаев заболеваний в течение года выполняется аналогичным описанному выше способом с использованием математических моделей типа (8.2.2), (8.2.3).

Оценка эпидемиологических доказательств связей с потенциальными факторами риска выстраивается с учетом критериев причинности, применяемых в эпидемиологических исследованиях (указаны выше). Признаки причинно-следственных связей между факторами воздействия и наблюдаемыми эффектами оцениваются

комплексно из-за их неодинаковой критериальной значимости и особенностей связи в системе «среда обитания – здоровье населения».

Установление вреда как следствия негативного влияния факторов внешней среды на уровне конкретного лица требует, как правило, наличия доказанных популяционных зависимостей. Отсутствие последних существенно снижает арбитражную ценность персональных результатов. Так, даже при установлении высокого уровня контаминанта в организме пациента (в крови, моче, волосах) выводы о наличии достоверной связи между уровнем экспозиции и маркером экспозиции, а также, к примеру, между маркерами экспозиции и отклонениями ряда тестов от физиологических норм можно сделать только при наличии данных на уровне группы в целом. Признаки и критерии для формирования доказательной базы на уровне индивидуума и группы лиц приведены в табл. 8.2.1.

Таблица 8.2.1

Признаки причинения вреда здоровью в связи с негативным воздействием факторов среды обитания

Признак	Критерий (групповой уровень)	Критерий (индивидуальный уровень)
1. Наличие источника негативного воздействия	1. Имеется источник вредного воздействия	1. Имеется источник вредного воздействия
2. Проживание (пребывание) индивида или группы лиц в условиях экспозиции	2. Группа обследуемых лиц находилась в условиях известной экспозиции химическим и / или физическим фактором	2. Человек находился в условиях известной экспозиции химическим и / или физическим фактором
3. Уровень риска для здоровья индивида или группы лиц	3. Уровень риска для здоровья оценен как неприемлемый	3. Уровень риска для здоровья оценен как неприемлемый
4. Содержание химического вещества в организме	4.1. Научными данными подтверждена возможность присутствия вещества (веществ) из среды обитания или устойчивого метаболита в биосреде в условиях известной экспозиции	4.1. Научными данными подтверждена возможность присутствия вещества (веществ) из среды обитания или устойчивого метаболита в биосреде в условиях известной экспозиции
	4.2. Среднегрупповой показатель ($M \pm m$) содержания химического вещества в биосубстрате – маркера экспозиции достоверно выше уровня сравнения ($M_k \pm m_k$) ($p \leq 0{,}05$)	4.2. Уровень химического вещества (маркера экспозиции) в организме обследуемого выше верхней допустимой границы уровня сравнения ($M_i > M \pm m$)
	4.3. Для исследуемой группы экспонированных лиц содержание химического вещества в биосубстрате находится в достоверной связи с уровнем экспозиции ($p \leq 0{,}05$)	4.3. Имеются данные о наличии на групповом уровне достоверных связей содержания химического вещества в биосубстрате с уровнем экспозиции ($p \leq 0{,}05$)
5. Уровень лабораторного показателя, функциональных тестов (проб), результатов инструментальных исследований	5.1. У ряда пациентов группы имеются однонаправленные изменения лабораторных показателей, отражающих воздействие химического вещества / физического фактора ($nP > Pk \pm pk$; $n > 5$ %)	5.1. Уровень лабораторного показателя, адекватного химической / физической нагрузке, выше (ниже) верхней (нижней) границы физиологической нормы ($nP > Pk + pk$ или $nP < Pk - pk$)

Продолжение табл. 8.2.1

Признак	Критерий (групповой уровень)	Критерий (индивидуальный уровень)
	5.2. Для исследованной группы экспонированных лиц показатель находится в достоверной связи с уровнем экспозиции или маркера экспозиции ($p \leq 0{,}05$)	5.2. Имеются данные о наличии на групповом уровне достоверной биологически оправданной зависимости изменения показателя от уровня экспозиции или маркера экспозиции
	5.3. В группе у нескольких обследуемых имеются однородные (близкие) комплексы нарушений лабораторных показателей, свидетельствующих о наличии функциональных нарушений ($n > 5$ %)	5.3. Комплекс лабораторных показателей, имеющих отклонения от физиологической нормы, свидетельствует о наличии у пациента функционального нарушения определенного органа (системы)
	5.4. Средний для группы обследуемых показатель пробы, адекватно отражающий действие химического вещества / физического фактора, находится выше (ниже) физиологической нормы ($p \leq 0{,}05$)	5.4. Уровень функциональной пробы, биологически адекватно отражающей действие химического вещества / физического фактора, находится выше (ниже) физиологической нормы
	5.5. В группе у нескольких пациентов имеются однонаправленные изменения показателя до уровня выше (ниже) физиологической нормы ($nP > Pk + pk$ или $nP < Pk - pk$)	5.5. Имеются данные о наличии на групповом уровне взаимосвязи между функциональным нарушением и экспозицией (маркером экспозиции)
	5.6. Имеются научные данные о биологическом правдоподобии (патогенетической связи) показателя или комплекса показателей при данном уровне экспозиции (маркера экспозиции)	5.6. Имеются научные данные о биологическом правдоподобии (патогенетической связи) показателя или комплекса показателей при данном уровне экспозиции (маркера экспозиции)
6. Связь «доза – эффект»	6.1. В исследованной группе показатель (система показателей) находится в достоверной связи с уровнем экспозиции или маркера экспозиции ($p \leq 0{,}05$)	6.1. Обследуемый входит в группу, в которой показатель (система показателей) находится в достоверной связи с уровнем экспозиции или маркером экспозиции ($p \leq 0{,}05$), имеются научные данные о наличии устойчивых достоверных связей «экспозиция – маркер ответа»
	6.2. Имеются данные о биологическом правдоподобии (патогенетической связи) показателя или комплекса показателей при данном уровне экспозиции (маркера экспозиции)	6.2. Имеются данные о биологическом правдоподобии (патогенетической связи) показателя или комплекса показателей при данном уровне экспозиции (маркера экспозиции)
7. Заболевание	7.1. В группе нескольким обследуемым выставлен одинаковый диагноз, обусловленный в дополнение к клиническим признакам системой лабораторных показателей и функциональных проб, имеющих достоверные биологически оправданные связи с экспозицией (маркерами экспозиции) ($n > 5$ %)	7.1. Обследуемому выставлен диагноз, обусловленный в дополнение к клиническим признакам системой лабораторных показателей, функциональных проб, клинических показателей, имеющих достоверные биологически оправданные связи с экспозицией (маркерами экспозиции)

Окончание табл. 8.2.1

Признак	Критерий (групповой уровень)	Критерий (индивидуальный уровень)
	7.2. Частота выставленного (п. 6.1) показателя (диагноза) достоверно превышает таковую в группе сравнения ($p \le 0{,}05$)	7.2. Выставленный диагноз относится к критическим органам и системам, в отношении которых риск был оценен как неприемлемый. Имеются научные данные об аналогичных заболеваниях, возникающих в условиях аналогичной экспозиции
	7.3. Диагноз, встречающийся с большей частотой, чем в группе сравнения, относится к критическим органам и системам, в отношении которых риск был оценен как неприемлемый. Имеются научные данные об аналогичных заболеваниях, возникающих в условиях аналогичной экспозиции	–
8. Наличие прочих негативных факторов воздействия	8. Известны и устранены прочие факторы, которые могли бы вызвать аналогичные нарушения здоровья	8. Известны и устранены прочие факторы, которые могли бы вызвать аналогичные нарушения здоровья

Каждый из этапов формирования доказательной базы вреда здоровью имеет свои методические особенности, которые необходимо учитывать для получения корректных результатов. При этом полнота и надежность доказательной базы должны быть достаточны как в случае установления наличия вреда здоровью, ассоциированного с факторами среды обитания, так и в случае отрицания такого вреда.

По ее завершению анализируется и выстраивается вся система доказательств на основе анализа связей между отдельными элементами в виде логических переменных, которая представлена логической схемой, приведенной на рис. 8.2.6.

Математический эквивалент логической схемы, где логические переменные могут принимать два значения: «ложь» (логический 0 (ноль)) или «истина» (логическая 1 (единица)), представлен уравнением:

$$U = \sum_{r=1}^{N_{\text{субб}}} U_r^{1-2} \left(\sum_{i=1}^{N_{\text{ф}}} U_{ki}^{2-3} \cdot \left(\sum_{j=1}^{N_{\text{заб}}} U_{ij}^{3-9} + U_i^{3-4} \sum_{j=1}^{N_{\text{заб}}} U_{ij}^{4-9} + \right.\right.$$
$$\left.\left. + \left(\sum_{k=1}^{N_{\text{кп}}} U_{ik}^{3-7} + U_i^{3-6} \sum_{k=1}^{N_{\text{кп}}} U_{ik}^{6-7} + U_i^{3-5} \left(\sum_{l=1}^{N_i} U_{il}^{5-7} + U_l^{5-6} \sum_{m=1}^{N_{\text{тпл}}} U_{ilm}^{6-7} \right) \right) \sum_{j=1}^{N_{\text{заб}}} U_{kj}^{7-8} \right) \right), \quad (8.2.4)$$

где U_i^{1-2} = «доказано существование источника (-ов) воздействия, формирующего (-их) потенциальный риск причинения вреда здоровью» $i = 1..N_{\text{суб}}$, где $N_{\text{суб}}$ – количество анализируемых хозяйствующих субъектов; *доказательством является: фактически осуществляемая субъектом (ЮЛ и ИП[1]) на исследуемой территории хозяйственная деятельность с установленным профилем риска причинения вреда здоровью;*

U_i^{2-3} = «доказано, что деятельность хозяйствующего (-их) субъекта (-ов) (источника (-ов) воздействия), формирует экспозицию *i*-го фактора» $i = 1..N_{\text{ф}}$, $N_{\text{ф}}$ – количество анализируемых факторов; *доказательством являются: значимые концентрации загрязняющих примесей (установленные уровни воздействия), характерных для деятельности*

[1] ЮЛ – юридическое лицо, ИП – индивидуальный предприниматель.

хозяйствующего субъекта (источника воздействия), в объектах окружающей среды мест постоянного проживания населения, полученные по результатам расчетов по стандартизованным методикам и / или подтвержденные результатами инструментальных исследований;

U^{3-4} *и / или* U^{3-5} *и / или* U^{3-4-5} = «доказана связь экспозиции *i*-го фактора с формируемым им риском здоровью населения» $i = 1..N_ф$; где $N_ф$ – количество анализируемых факторов; *доказательством является неприемлемый канцерогенный и / или неканцерогенный острый и / или хронический риск и / или приведенный индекс риска для здоровья населения, рассчитанный по утвержденным методикам с применением критериев, признанных в Российской Федерации;*

U_i^{2-6} *и / или* U_i^{3-6} *и / или* U_i^{4-6} *и / или* U^{5-6} = «доказана связь между экспозицией *i*-го фактора и содержанием маркера экспозиции в организме», где $i = 1..N_ф$*; доказательством является наличие достоверной связи, между экспозицией и маркером экспозиции, установленной с использованием методов математической статистики. Связь должна быть биологически обоснованной, подтверждаемой данными литературы и результатами независимых исследований;*

U_{ik}^{3-7} = «доказано изменение *k*-го клинического, лабораторного, функционального, инструментального показателя вследствие негативного влияние *i*-го фактора экспозиции» $k = 1..N_{кл}$, где $N_{кл}$ – количество лабораторных, клинических, функциональных, инструментальных показателей; *доказательством является наличие достоверной связи между показателями, установленной с использованием методов математической статистики. Связь должна быть биологически обоснованной, подтверждаемой данными литературы и результатами независимых исследований;*

U_{ij}^{4-8} и / или U_{ij}^{5-8} = «доказана связь риска здоровью от *i*-го фактора с *j*-м показателем здоровья», где $j = 1..N_{зд}$, $N_{зд}$ – количество показателей здоровья; *доказательством является наличие у группы обследованных лиц заболеваний, диагностированных в ходе клинических исследований или выявленных при эпидемиологическом анализе, относимых к критическим органам и системам, установленным на этапе оценки риска (оценки эволюции риска) для здоровья. Частота встречаемости заболеваний должна достоверно превышать таковую в группе сравнения;*

U_{ij}^{3-8} = «доказано негативное влияние экспозиции *i*-го фактора на *j*-й показатель здоровья», где $j = 1..N_{зд}$, $N_{зд}$ – количество показателей здоровья; *доказательством является наличие достоверной связи, установленной с использованием методов математической статистики, между показателем здоровья (распространенностью заболеваний) и уровнем экспозиции. Связь должна быть биологически обоснованной, подтверждаемой данными литературы и результатами независимых исследований; в анализ включаются заболевания, установленные на этапе оценки потенциального вреда или оценки риска здоровью;*

U_{ik}^{6-7} = «доказано негативное влияние *i*-го маркера экспозиции на *k*-й показатель лабораторных, функциональных, клинических, инструментальных исследований» $k = 1..N_{кл}$, где $N_{кл}$ – количество показателей; *доказательством является наличие достоверной связи, установленной с использованием методов математической статистики, между показателями и маркером экспозиции. Связь должна быть биологически обоснованной, подтверждаемой данными литературы и результатами независимых исследований;*

U_{kj}^{7-8} = «доказана связь между нарушением *k*-го показателя клинических, лабораторных, функциональных, инструментальных исследований (индикативных показателей) с *j*-м показателем здоровья» $j = 1..N_{зд}$, где $N_{зд}$ – количество показателей здоровья; *доказательством является наличие достоверной связи, установленной с использованием методов математической статистики, между индикативными показателями и показателем здоровья. Связь должна быть биологически обоснованной, подтверждаемой данными литературы и результатами независимых исследований.*

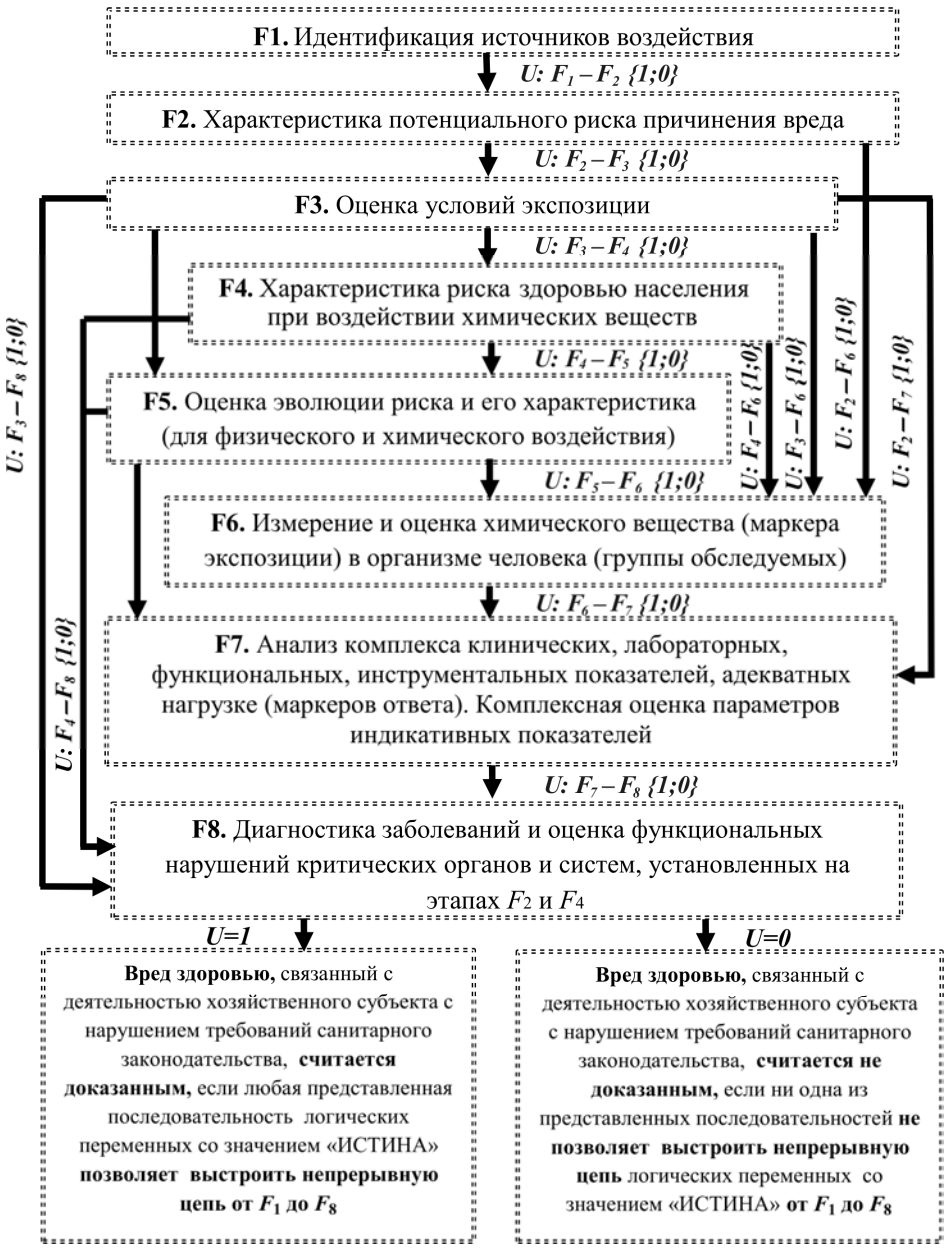


Рис. 8.2.6. Общий порядок (логическая схема) формирования системы доказательств и доказывания вреда, связанного с воздействием факторов среды обитания, с использованием медико-биологических исследований

Вред здоровью, связанный с негативным воздействием фактора, считается доказанным, если любая представленная последовательность логических переменных со значением «Истина» позволяет выстроить непрерывную цепь от источника вредного воздействия до установления факта заболевания и / или выявления функциональных нарушений критических органов и систем.

Вред здоровью, связанный с негативным воздействием фактора, считается недоказанным, если ни одна из представленных последовательностей не позволяет выстроить непрерывную цепь логических переменных со значением «Истина» от источника вредного воздействия до установления факта заболевания и / или выявления функциональных нарушений критических органов и систем. Делается вывод о доказанности или недоказанности вреда, нанесенного факторами риска.

Результаты медико-биологических исследований в сопряжении с данными об уровнях экспозиции, источниках угроз и опасностей на территории, а также со справочной информацией по видам эффектов, критериям воздействия, имеющимся моделям взаимосвязей и т.п. являются основой для комплексной аналитической, в том числе математической, обработки и установления и описания причинно-следственных связей.

Следует отметить, что предлагаемый системный анализ позволяет доказать ассоциированный с факторами среды обитания вред здоровью на групповом и на индивидуальном уровнях.

Вывод о доказанности вреда, ассоциированного с вредным воздействием фактора (факторов), делается на основании системного анализа всех полученных данных об источниках опасности, экспозиции человека (группы людей), маркерах экспозиции, маркерах ответа, выставленном диагнозе, с учетом результатов оценки прочих факторов, способных вызывать аналогичные нарушения здоровья.

Результатом подэтапа является сформированная в результате санитарно-эпидемиологического исследования система доказательств о наличии, достоверности, силе и биологической обоснованности выявленных причинно-следственных связей. Результаты подобных санитарно-эпидемиологических исследований могут быть оформлены в виде экспертного заключения и обосновывающих материалов доказательной базы по наличию / отсутствию вреда здоровью, связанного с негативным воздействием хозяйственной деятельности и, как следствие, химических и / или физических факторов среды обитания.

Материалы доказательной базы могут являться информационной основой для судебно-медицинских экспертиз. Степень тяжести вреда, причиненного здоровью человека (тяжкий, средней тяжести, легкий вред), определяется судебно-медицинскими экспертами в соответствии с законодательством Российской Федерации на основании квалифицирующих признаков, указанных в статьях Уголовного кодекса РФ с использованием «Правил определения степени тяжести вреда, причиненного здоровью человека» [Постановление Правительства РФ от 04.04.2000 № 303] и «Медицинских критериев определения степени тяжести вреда, причиненного здоровью человека» [Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 24.04.2008 № 194н], а также установленных нарушений обязательных санитарно-эпидемиологических требований.

Итогом третьего этапа могут являться два варианта следствия – вред не доказан либо сформированная система доказательств неблагоприятного воздействия факторов окружающей среды позволила доказать вред (рис. 8.2.7).

В случае необходимости сравнительной оценки тяжести причиненного вреда у отдельных индивидов при установлении нескольких заболеваний, доказанно ассоциированных с воздействием исследуемых факторов среды обитания, рассчитывается приведенный показатель индивидуального вреда (V_p). Показатель V_p является величиной, эквивалентной установленным заболеваниям у индивидуума, приведенным к возникновению случаев тяжелого заболевания или смерти:

$$V_p = 1 - \prod_j (1 - g_j d_j), \qquad (8.2.5)$$

где d_j – бинарный показатель, характеризующий доказанность вреда в виде j-го заболевания, $d_j = 0$, если вред не доказан и $d_j = 1$, если вред доказан; g_j – тяжесть заболевания.

Анализ жалоб. Социологическое исследование. Анализ градостроительных решений по размещению промышленных объектов на рассматриваемой территории. Гигиеническая оценка состояния объектов окружающей среды на рассматриваемой территории: анализ документации потенциальных источников опасности, инструментальные исследования химических / физических факторов окружающей среды, моделирование распространения химических / физических факторов в объектах окружающей среды, оценка риска для здоровья населения. Оценка состояния здоровья населения на рассматриваемой территории. Системная обработка совокупности информации. Доказательство наличия / отсутствия вреда здоровью

↓

Заключение

Рис. 8.2.7. Этап III. Формирование системы доказательств неблагоприятного воздействия факторов окружающей среды

Примеры коэффициентов тяжести для отдельных нозологий, нозологических групп и классов заболеваний приведены в прил. 1.

Классификация приведенного показателя индивидуального вреда с учетом подходов [МР 2.1.10.0059-12] представлена в табл. 8.2.2.

Таблица 8.2.2

Классификация приведенного показателя индивидуального вреда V_p (гигиенический критерий)

Значение V_p	Характеристика V_p
Менее или равно 0,05	Вред низкий (легкий, легкой степени тяжести его реализации)
$0{,}05 \le V_p \le 0{,}35$	Вред средний (умеренный, средней степени тяжести его реализации)
$0{,}35 \le V_p \le 0{,}6$	Вред высокий (тяжелый, высокой степени тяжести его реализации)
$V_p > 0{,}6$	Вред очень высокий (очень тяжелый, очень высокой степени тяжести его реализации)

Суммирование приведенных показателей индивидуального вреда (V_p^i) позволяет определить суммарный приведенный вред по выборке $V_p^{выб}$ (8.2.6):

$$V_p^{выб} = \sum_i V_p^i. \qquad (8.2.6)$$

Суммарный приведенный вред по выборке переводится в популяционный по формуле (8.2.7):

$$V_p^{поп} = V_p^{выб} \frac{N}{n} 10^{-6}, \qquad (8.2.7)$$

где N – численность населения в изучаемой популяции; n – объем выборки.

Этап IV. Этап разработки комплекса мероприятий по минимизации риска и вреда здоровью населения, причиненного в результате нарушения законодательства в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия.

При наличии факта нарушения требований законодательства и доказательстве причинения вреда здоровью в результате воздействия анализируемого(-ых) фактора(-ов) среды обитания разрабатываются рекомендации по ликвидации негативного воздействия и / или разработке мероприятий по его снижению и предупреждению и оценке эффективности принимаемых мер.

Мероприятия по управлению рисками здоровью должны учитывать совокупность параметров установленных технических, технологических, санитарно-гигиенических,

медико-социальных, экономических и др. факторов, формирующих особенности сложившейся ситуации на территории осуществления деятельности хозяйствующего субъекта или иного источника загрязнения объектов среды обитания и определяющих критические точки приложения векторов регулирующих воздействий в системе «деятельность хозяйствующего субъекта / источник негативного воздействия – нарушение законодательства в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия – изменение параметров качества объектов среды обитания – изменение параметров здоровья населения». Разработка оптимальных управляющих решений должна быть направлена на устранение или минимизацию потенциального риска причинения вреда здоровью населения в результате осуществления хозяйственной деятельности, внешнесредового риска, осуществление мониторинга (контроля) уровней экспозиции и риска, минимизацию причиняемого вреда здоровью посредством комплексных санитарно-гигиенических и медико-профилактических мероприятий.

Разработка стратегии и механизмов различных регулирующих мер по минимизации риска и причиненного вреда здоровью должна в обязательном порядке включать основные аспекты (направления разработки управляющих мер):

– осуществление первоочередных регулирующих мер в отношении хозяйствующих субъектов с высокими рисками причинения вреда здоровью по виду деятельности;

– снижение класса опасности вида деятельности хозяйствующего субъекта путем использования наилучших достижимых технологий, безотходных и малоотходных технологических процессов, оптимальных пространственных и архитектурных решений, соблюдения требований санитарного и экологического законодательств;

– оптимизация программ мониторинга качества объектов среды обитания (производственного контроля и социально-гигиенического мониторинга) с учетом профилей риска и пространственного размещения хозяйствующих субъектов и иных источников загрязнения среды обитания;

– выделение контингентов риска (населения под воздействием), нуждающегося в проведении административно-организационных мероприятий (переселении из зон недопустимого риска, границ санитарно-защитных зон), профилактических, диагностических и лечебных мероприятий, направленных на предупреждение возникновения нарушений здоровья и минимизацию причиняемого вреда здоровью;

– количественная оценка и характеристика эффективности реализуемых регулирующих мер с учетом измененных или планируемых к изменению параметров потенциального риска причинения вреда здоровью, уровней внешнесредового риска и фактического вреда здоровью населения на популяционном и индивидуальном уровнях.

При этом первоочередным принципом принятия регулирующих мер и управляющих решений является обеспечение безопасности жизни и здоровья населения. Кроме того, регулирующие меры по минимизации риска и причиненного вреда здоровью должны:

– соответствовать действующему законодательству Российской Федерации;

– основываться на риск-ориентированных и научных подходах;

– учитывать региональные особенности (санитарно-эпидемиологическую ситуацию, социально-экономическое развитие региона, пространственно-планировочные и архитектурные характеристики и пр.);

– осуществляться с учетом принципа целевой и адресной направленности;

– иметь параметры (индикаторы) для внешнего и внутреннего контроля выполнения и его своевременности;

– быть практически реализуемыми и учитывать возможные отрицательные последствия.

В табл. 8.2.3 представлена матрица мероприятий по управлению рисками и минимизации причиненного вреда здоровью в зависимости от величины удельного веса причиненного (реализованного) вреда здоровью в зонах влияния хозяйствующих субъектов с различными классами опасности с учетом трехкомпонентной вариации мероприятий (мероприятия на хозяйствующем субъекте, мероприятия в отношении объекта среды обитания, мероприятия в отношении населения – экспонированного населения и населения с доказанным фактом причинения вреда здоровью).

Таблица 8.2.3

Матрица категорированных мероприятий по управлению рисками здоровью и минимизации причиненного вреда в зависимости от категории риска осуществляемого вида деятельности хозяйствующим субъектом (ХС) и степени популяционной реализации вреда здоровью в результате ее осуществления (с учетом суммарного для популяции приведенного показателя вреда $V_p^{поп}$)

Категория риска по виду деятельности ХС / показатель $V_p^{поп}$	Степень популяционной реализации вреда, доля $V_p^{поп}$ от R^{I*}, %			
	Доля $V_p^{поп}$ < 5 %	5 % ≤ доля $V_p^{поп}$ < 15 %	15 % ≤ доля $V_p^{поп}$ < 30 %	Доля $V_p^{поп}$ ≥ 30 %
1	2	3	4	5
1-я категория (чрезвычайно высокий риск, $R^I > 10^{-3}$) Контроль (надзор): плановая проверка один раз в кал. год	На ХС плановые мероприятия средне и долгосрочного характера**. Постоянный мониторинг ситуации в зоне влияния по маркерным показателям. Оценка риска здоровью населения. Плановые профилактические мероприятия для контингентов риска. Информирование населения об уровне риска здоровью и мерах профилактики. ХС – потенциальный претендент на снижение класса объекта	На ХС плановые мероприятия кратко и среднесрочного характера**. Постоянный мониторинг ситуации в зоне влияния по полной программе. Оценка риска здоровью населения. Плановые специализированные медико-профилактические, оздоровительные и реабилитационные мероприятия по снижению риска. Информирование населения об уровне риска здоровью и мерах профилактики	Внеплановая проверка. На ХС плановые мероприятия краткосрочного характера**. Обязательный постоянный мониторинг ситуации в зоне влияния по расширенной программе. Оценка риска здоровью населения. Проведение санитарно-эпидемиологического исследования (расследования) ситуации. Оперативные специализированные медико-профилактические, оздоровительные и реабилитационные мероприятия по снижению риска. Информирование населения об уровне риска здоровью и мерах профилактики	Внеплановая проверка. На ХС экстренные мероприятия**. Обязательный постоянный импактный мониторинг ситуации в зоне влияния в режиме online. Проведение санитарно-эпидемиологического исследования (расследования) ситуации. Экстренные медико-профилактические, оздоровительные и реабилитационные мероприятия по минимизации вреда здоровью. Информирование населения об уровне риска здоровью и мерах профилактики

Продолжение табл. 8.2.3

1	2	3	4	5
2-я категория (высокий риск, $10^{-4} < R^{I} \leq 10^{-3}$) Контроль (надзор): плановая проверка один раз в два года	На ХС плановые мероприятия средне- и долгосрочного характера**. Постоянный мониторинг ситуации в зоне влияния по маркерным показателям и периодический по полной программе. Оценка риска здоровью населения. Плановые профилактические мероприятия для контингентов риска. ХС – потенциальный претендент на снижение класса объекта	На ХС плановые мероприятия средне- и долгосрочного характера**. Постоянный мониторинг ситуации в зоне влияния по маркерным показателям и периодический по полной программе. Оценка риска здоровью населения. Плановые профилактические мероприятия для контингентов риска. Информирование населения об уровне риска здоровью и мерах профилактики	Внеплановая проверка. На ХС плановые мероприятия краткосрочного характера**. Постоянный мониторинг ситуации в зоне влияния по полной программе. Оценка риска здоровью населения. Проведение санитарно-эпидемиологического исследования (расследования) ситуации. Оперативные специализированные медико-профилактические, оздоровительные и реабилитационные мероприятия по снижению риска. Информирование населения об уровне риска здоровью и мерах профилактики	Внеплановая проверка. Обязательный постоянный мониторинг ситуации в зоне влияния по расширенной программе. Проведение санитарно-эпидемиологического исследования (расследования) ситуации. Экстренные медико-профилактические, оздоровительные и реабилитационные мероприятия по минимизации вреда здоровью. Информирование населения об уровне риска здоровью и мерах профилактики
3-я категория (значительный риск, $10^{-5} < R^{I} \leq 10^{-4}$) Контроль (надзор): плановая проверка один раз в три года	На ХС плановые мероприятия средне- и долгосрочного характера**. Периодический мониторинг ситуации в зоне влияния по маркерным показателям. Оценка риска здоровью населения. Плановые профилактические мероприятия для контингентов риска.	На ХС плановые мероприятия средне- и долгосрочного характера**. Постоянный мониторинг ситуации в зоне влияния по маркерным показателям. Оценка риска здоровью населения. Плановые профилактические мероприятия для контингентов риска. Информирование населения об уровне риска	Внеплановая проверка На ХС плановые мероприятия краткосрочного характера**. Постоянный мониторинг ситуации в зоне влияния по маркерным показателям и периодический по полной программе. Оценка риска здоровью населения. Плановые профилактические мероприятия для контингентов риска.	Внеплановая проверка Постоянный мониторинг ситуации в зоне влияния по полной программе. Оценка риска здоровью населения. Проведение санитарно-эпидемиологического исследования (расследования) ситуации. Оперативные специализированные медико-профилактические, оздоровительные и реабилитационные мероприя-

Продолжение табл. 8.2.3

1	2	3	4	5
	ХС – потенциальный претендент на снижение класса объекта	здоровью и мерах профилактики	Информирование населения об уровне риска здоровью и мерах профилактики	тия по минимизации вреда здоровью. Информирование населения об уровне риска здоровью и мерах профилактики
4-я категория (средний риск, $10^{-6} < R^{I} \leq 10^{-5}$) Контроль (надзор): плановая проверка не чаще одного раза в четыре года	На ХС плановые мероприятия средне- и долгосрочного характера**. Периодический мониторинг ситуации в зоне влияния по маркерным показателям. Оценка риска здоровью населения. ХС потенциальный претендент на снижение класса объекта	На ХС плановые мероприятия средне- и долгосрочного характера**. Постоянный мониторинг ситуации в зоне влияния по маркерным показателям. Оценка риска здоровью населения. Плановые профилактические мероприятия для контингентов риска. Информирование населения об уровне риска здоровью и мерах профилактики	Внеплановая проверка. На ХС плановые мероприятия краткосрочного характера**. Постоянный мониторинг ситуации в зоне влияния по маркерным показателям и периодический по полной программе. Оценка риска здоровью населения. Плановые профилактические мероприятия для контингентов риска. Информирование населения об уровне риска здоровью и мерах профилактики	Внеплановая проверка. Постоянный мониторинг ситуации в зоне влияния по полной программе. Оценка риска здоровью населения. Проведение санитарно-эпидемиологического исследования (расследования) ситуации. Оперативные специализированные медико-профилактические, оздоровительные и реабилитационные мероприятия по минимизации вреда здоровью. Информирование населения об уровне риска здоровью и мерах профилактики
5-я категория (умеренный риск, $10^{-7} < R^{I} \leq 10^{-6}$) Контроль (надзор): плановая проверка не чаще одного раза в шесть лет	На ХС плановые мероприятия средне- и долгосрочного характера**. Факторы риска подлежат периодическому контролю по сокращенной программе	На ХС плановые мероприятия средне- и долгосрочного характера**. Периодический мониторинг ситуации в зоне влияния по маркерным показателям. Оценка риска здоровью населения. Плановые профилактические мероприятия для контингентов риска	Внеплановая проверка. На ХС плановые мероприятия краткосрочного характера**. Оценка риска здоровью населения. Плановые профилактические мероприятия для контингентов риска. Информирование населения об уровне риска здоровью и мерах профилактики	Внеплановая проверка. Постоянный мониторинг ситуации в зоне влияния по полной программе. Оценка риска здоровью населения. Проведение санитарно-эпидемиологического исследования (расследования) ситуации. Специализированные медико-профилактические, оздоровительные и реабилитационные

Окончание табл. 8.2.3

1	2	3	4	5
				мероприятия по минимизации вреда здоровью. Информирование населения об уровне риска здоровью и мерах профилактики

Примечание: * – R^{I} – значение потенциального риска причинения вреда здоровью в результате деятельности хозяйствующего субъекта; ** – на хозяйствующем субъекте (ХС) мероприятия управленческого, административного, технологического, природоохранного, планировочного и др. характера, направленные на минимизацию внешнесредового риска и потенциального риска причинения вреда здоровью населения.

При разработке мер по управлению риском здоровью необходимо учитывать, что информирование о риске представляет собой важный процесс распространения результатов определения степени потенциального риска причинения вреда здоровью и формируемого внешнесредового риска для населения и решений по его контролю среди органов власти и организаций, включенных в систему минимизации риска и вреда здоровью населения, заинтересованной части специалистов и населения (например, среди врачей, научных сотрудников, политиков, лиц, принимающих управленческие решения, представителей предприятий, объектов опасности, населения и общества в целом). Передача и распространение информации о риске являются естественным продолжением процесса оценки риска и его управления. Полученные в процессе оценки риска данные должны быть полностью понятны специалистам по управлению риском и доступны для заинтересованных групп населения и представителей СМИ.

Кроме того, при распространении информации о риске необходимо принимать во внимание особенности восприятия риска разными группами населения. Население в своем восприятии риска ориентируется не только на его количественные характеристики и возможные последствия для здоровья, но на уже сформировавшееся мнение общественности («факторы возмущения») и на личные факторы (опыт, знания, эмоциональное состояние, личностные особенности). Кроме того, важными на этапе информирования являются факторы, связанные с самим риском: происхождение опасности, последствия, к которым может привести риск, выраженность риска для индивида или группы лиц, выраженность последствий риска, вариабельность информации о риске, получаемой из различных источников.

8.3. Современные методические подходы к определению химических соединений и элементов в объектах окружающей среды, пищевых продуктах и биологических средах для оценки риска

Проблема загрязнения окружающей среды, представляющего реальную опасность для здоровья населения, является глобальной и вызывает обоснованную озабоченность мирового сообщества. Химические загрязнители становятся постоянным действующим фактором. В повседневной жизни человек подвергается воздействию более 63 тыс. химических соединений. По данным Всемирной организации здравоохранения 25 % заболеваний обусловлено влиянием химического фактора. Здоровье нации – как один из важнейших факторов экономического роста и национальной безопасности страны – во многом определяется обеспечением прав граждан на охрану здоровья и безопасную среду обитания.

В решении задач охраны здоровья, профилактики и снижения заболеваемости, обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, изучения причинно-следственных связей в системе «окружающая среда – здоровье населения» все большую значимость приобретает необходимость совершенствования системы лабораторного обеспечения государственного санитарно-эпидемиологического надзора за безопасностью объектов среды обитания.

Постоянное совершенствование современного лабораторного контроля в системе Роспотребнадзора базируется на целенаправленных исследованиях по разработке инновационных технологий проведения государственного санитарно-эпидемиологического надзора, создания и освоения новых высокочувствительных методов обнаружения, идентификации и количественного детектирования ксенобиотиков, факторов риска здоровью человека, совершенствование нормативно-методической базы.

Современные методические подходы к определению химических соединений и элементов предполагают научное развитие и перспективное направление химико-аналитических исследований ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

Совершенствование методической базы лабораторного контроля объектов среды обитания

Методология оценки экспозиции базируется на методах исследования, включающих измерение концентраций химических соединений в объектах среды обитания для наиболее точного установления реальных уровней воздействия химических факторов окружающей среды на организм человека. Количественная характеристика экспозиции включает определение концентраций химических соединений, воздействующих на человека в течение всего периода, включая низкие концентрации при хроническом ежедневном поступлении на уровне референтных концентраций [Р 2.1.10.3968-23]. Развитие этих задач предъявляет новые и более высокие требования к инструментальным методам анализа объектов среды обитания для получения достоверной информации об экспозиции населения и оценки степени загрязнения воздушной и водной сред [СанПиН 1.2.3685-21]. К основным требованиям следует отнести повышение чувствительности методов определения химических соединений в атмосферном воздухе до уровня референтных концентраций (Reference concentrations – *RfC*), используемых при оценке риска здоровью населения. Для выполнения исследований на уровне таких концентраций разработаны принципиально новые методики анализа.

Наиболее значимым фактором окружающей среды является атмосферный воздух. Вклад загрязнения атмосферного воздуха в общую заболеваемость, особенно детского населения, составляет 40 %, в том числе заболеваемость органов дыхания. Так, доля влияния качества атмосферного воздуха на формирование хронических заболеваний миндалин, аденоидов, хронического бронхита достигает 36 %. Участие в формировании болезней крови, эндокринной системы, органов пищеварения и мочеполовой системы находится в пределах 13–26 % [Онищенко Г.Г. и др., 2011a,b].

Для практических инструментальных исследований утверждено и рекомендовано к внедрению порядка более 10 документов (методические указания – МУК) определения химических соединений и элементов в объектах окружающей среды, ориентированных на оценку риска для здоровья населения при воздействии химических факторов.

Экспозиция человека в условиях загрязненной воздушной среды может приводить к различным эффектам в зависимости от величины, продолжительности и повторяемости экспозиции.

Химические вещества, образующиеся в нефтехимическом технологическом процессе, в том числе опасные в токсикологическом отношении химические соединения 1,3-бутадиен и этилена оксида, негативно влияют на окружающую среду и обладают широким спектром действия на население. Эти соединения могут вызывать патологию бронхолегочной системы, оказывают мутагенное и канцерогенное действие, токсическое влияние на нервную систему, репродуктивную функцию. В комплексе химических факторов резинотехнических производств ведущее место занимают химические соединения второго, третьего и четвертого классов токсичности, в том числе пары акрилонитрила. Известно, что 1,3-бутадиен и этилена оксид, акрилонитрил являются высокотоксичными веществами (2-й и 3-й классы опасности) и, согласно классификации IARC (Международное агентство по изучению рака), этилена оксид канцероген группы 1, 1,3-бутадиен и акрилонитрил канцерогены группы 2А [IPCS, 1985]. 1,3-бутадиен способен инициировать лейкемии, при воздействии акрилонитрила наблюдается развитие опухолей центральной нервной системы. Присутствие этих соединений в окружающей среде может негативно влиять на состояние здоровья населения [Худолей В.В., 1999]. Разрабо-

таны высокочувствительные и селективные методики определения 1,3-бутадиена, этилена оксида и акрилонитрила в атмосферном воздухе на уровне, соответствующем допустимым уровням риска концентраций для здоровья [МУК 4.1. 2956-11; МУК 4.1.3039-12].

Разработанная газохроматографическая методика определения 1,3-бутадиена и этилена оксида позволяет выполнять определение изучаемых соединений в атмосферном воздухе в присутствии других углеводородов на уровне референтных концентраций. Высокая чувствительность газохроматографического определения 1,3-бутадиена и этилена оксида в диапазоне концентраций (мг/м^3): 1,3-бутадиен 0,002–5,0, этилена оксид 0,005–1,0 при погрешности метода определения 25 % достигнута путем сорбции изучаемых соединений из атмосферного воздуха на сорбент Tenax TA в сочетании с оптимальными условиями пробоподготовки, применением капиллярной газожидкостной хроматографии и специфичного детектора [Уланова Т.С. и др., 2013a]. Методика позволяет выполнять определение 1,3-бутадиена и этилен оксида в атмосферном воздухе на уровне референтных концентраций при хроническом ингаляционном воздействии (*RfC*) 1 мг/м^3.

Разработана и методически обоснована методика определения акрилонитрила в атмосферном воздухе, основанная на сорбции акрилонитрила из атмосферного воздуха на сорбент Tenax TA в сочетании с оптимальными условиями пробоподготовки, термодесорбции и применением капиллярной газожидкостной хроматографии. Методика позволяет выполнять определение акрилонитрила в пробах воздуха на уровне референтной концентрации (*RfC*) 0,002 мг/м^3, со степенью извлечения 96,7 % и максимальной погрешностью 25 % [МУК 4.1.3038-12]. Исследования атмосферного воздуха на содержание 1,3-бутадиена, этилена оксида, акрилонитрила выполнялись методом капиллярной газовой хроматографии с различными типами детекторов (детектор ионизации в пламени, термоионный детектор). Отбор проб атмосферного воздуха на содержание летучих органических соединений проводился на сорбционные трубки с последующей термодесорбцией и анализом на газовом хроматографе «Кристалл-5000» с применением капиллярной колонки PoraPlot Q -25m × 0,53mm × 0,5μm. Для построения градуировочного графика готовили серию стандартных газовых смесей 1,3-бутадиена и этилена оксида в азоте различной концентрации с применением динамической установки «Микрогаз-Ф».

Широко распространенным токсикантом окружающей среды является акролеин, поступающий в воздух с выбросами промышленных предприятий и автотранспорта, образующийся в процессе горения органического материала, миграции из полимерных материалов [Уланова Т.С. и др., 2013b]. Акролеин относится ко 2-му классу опасности. Обладает общетоксическим, выраженным раздражающим (слезоточивым), аллергенным, мутагенным, цитотоксическим действием, способен угнетать иммунный ответ [Справочник, 1976; Уайт А. и др., 1981]. Особое внимание разработчики уделяли отбору проб воздуха. Низкий уровень воздействия и высокая реакционная способность акролеина являются причиной основных недостатков большинства методик, разработанных для измерения массовых концентраций акролеина в воздухе [Другов Ю.С. и др., 2004; Weisel C. et al., 2005; Schieweck A. et al., 2021]. Измерение массовой концентрации акролеина в атмосферном воздухе основано на концентрировании акролеина из воздуха в поглотительный раствор с 3-аминофенолом при нагревании, обеспечивающем образование нелетучего деривата акролеина (7-гидроксихинолина) с выходом 85–95 %, и анализе 7-гидроксихинолина методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с флуориметрическим детектированием на колонке с обращенной фазой C_{18}. Диапазон измерений массовых концентраций акролеина составил от 0,000015 до 0,05 мг/м^3 при погрешности измерений не более 24 % [МУК 4.1.3356-16].

Важность контроля качества атмосферного воздуха на предмет содержания мелкодисперсных частиц осознана мировым сообществом, закреплена в «Рекомендациях ВОЗ по качеству воздуха, касающихся твердых частиц, озона, двуокиси азота и двуокиси серы» [ВОЗ, 2006] и в пересмотренном тексте Гетеборгского протоко-

ла о борьбе с подкислением, эвтрофикацией и приземным озоном и реализована в рамках действующих программ мониторинга во многих странах Европы, Америки, Азии. Мелкодисперсные фракции пыли $PM_{2.5}$ и PM_{10} отнесены ВОЗ к наиболее опасным для здоровья загрязнениям атмосферного воздуха и выбраны в качестве приоритетных при идентификации опасности химического загрязнения для последующей оценки риска. Определение дисперсного состава промышленных выбросов и контроль за содержанием PM_{10} и $PM_{2.5}$ в атмосфере остро необходимо для эффективного управления рисками для здоровья человека на территориях Российской Федерации, особенно индустриальных и высоконагруженных источниками пылевого загрязнения. Методика измерения массовой концентрации мелкодисперсных частиц фракций $PM_{2.5}$ и PM_{10} в атмосферном воздухе с использованием метода лазерной дифракции [МУК 3242-14] основана на определении массы частиц пыли, задержанных фильтром. Фильтрующий материал (фильтр) обладает волокнистой гладкой неворсистой поверхностью и плотной структурой, гидрофобен, стоек к действию кислот, слабых щелочей, растворов солей, не растворяется в спиртах, гексане; растворяется в дихлорэтане, толуоле, ксилоле, тетрагидрофуране (НЭЛ-3). При прохождении через фильтр определенного объема воздуха, помещении фильтра с собранными частицами пыли в дисперсионную среду, состоящую из смеси 1,4-диоксана и дистиллированной воды, измерения функции объемного распределения частиц по размерам в полученной суспензии с помощью метода лазерной дифракции, расчета объемной доли частиц, имеющих размеры в заданном диапазоне, выполняется расчет массовой концентрации мелкодисперсных частиц фракций $PM_{2.5}$ и PM_{10} в атмосферном воздухе. Диапазон измерений для фракции взвешенных частиц PM_{10} при разовом отборе составляет от 0,005 до 1 мг/м^3, для $PM_{2.5}$ – от 0,005 до 1 мг/м^3, при среднесуточном отборе для фракции взвешенных частиц PM_{10} – от 0,004 до 1 мг/м^3, для $PM_{2.5}$ – от 0,001 до 1 мг/м^3 при погрешности измерений не более 25 % [Зорина А.С. и др., 2022].

Обеспечение определения химических элементов на уровне референтных концентраций в атмосферном воздухе также определяет одну из главных задач деятельности аналитических служб социально-гигиенического мониторинга – повышение селективности и чувствительности методики измерения за счет оптимального использования комплекса современных приемов пробоподготовки и количественного определения аналитов. Для определения 19 приоритетных элементов (алюминий, ванадий, вольфрам, железо, кадмий, кобальт, литий, магний, марганец, медь, мышьяк, никель, свинец, селен, стронций, таллий, титан, хром, цинк) в атмосферном воздухе разработана селективная методика с использованием масс-спектрометрического метода с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) [МУК 4.1. 3481-17], которая позволяет выполнять измерения с показателем точности от 14 до 21 %. Диапазон измеряемых концентраций от 0,000001 до 0,004 мг/м^3. Методика позволяет выполнять определение 19 элементов в атмосферном воздухе на уровне референтных концентраций при хроническом ингаляционном воздействии (*RfC*) 0,00002 мг/м^3. Апробация методики проведена при исследовании проб атмосферного воздуха различных территорий РФ [Уланова Т.С. и др., 2019а].

Санитарно-гигиенические условия труда на химических производствах связаны с качеством воздуха рабочей зоны, определяющим уровень профессионального риска. Ведущее значение имеют аэрозоли сложного химического состава однонаправленного действия с эффектом суммации. Так, производство фталевого ангидрида отнесено к вредным и опасным условиям труда, которые обусловливают профессиональный риск возникновения нарушений здоровья, что может привести к развитию профессиональных болезней легкой и средней степени тяжести и росту хронической профессионально обусловленной патологии. При этом химический фактор представлен комплексом вредных веществ 2–3-го классов опасности, в том числе фталевым ангидридом [Салимгареева Т.М. и др., 2015]. Проведенные исследования указывают на различные респираторные синдромы, связанные с ингаляционным воздействием фталевого ангидрида [Jeppsson M.C. et al., 2008]. Для контроля

массовых концентраций фталевой кислоты в воздухе рабочей зоны разработана и внедрена на производстве фталевого ангидрида современная методика определения ароматических карбоновых кислот в воздухе рабочей зоны методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) [МУК 4.1.3587-19].

При разработке методики основное внимание уделено селективному определению фталевой кислоты в присутствии фталевого ангидрида в условиях производства. Отработаны условия отбора и подготовки проб воздуха рабочей зоны посредством аспирации исследуемого воздуха через кварцевые фильтры с последующим промыванием фильтров бензолом для удаления фталевого ангидрида из пробы. Извлечение фталевой и фумаровой кислот проводили экстракцией метанолом, степень экстракции фталевой кислоты составила 95 %, фумаровой кислоты 100 %. Определению не мешают сопутствующие компоненты производства – фталевый и малеиновый ангидриды, малеиновая, бензойная, изофталевая и терефталевая кислоты.

В связи с возрастающим интересом к редкоземельным элементам (РЗЭ), наращиванием темпов добычи, получения чистых металлов и производства продукции с их использованием растет нагрузка на работников, связанных с редкоземельной отраслью промышленности [Gwenzi W. et al., 2018]. Токсичность РЗЭ изучена недостаточно, также мало сведений об их биологической роли в организме человека [Pagano G. et al., 2015]. Национальное агентство по охране окружающей среды США не классифицирует их как обладающие канцерогенным потенциалом (EPA, 2012) [Harbison R.D. et al., 2015]. Вместе с тем ряд зарубежных авторов выдвигают предположения, что РЗЭ могут вызывать окисление липидов, обладать гепатотоксичностью, вызывать анемию, а также имеют склонность к биоаккумуляции [Ermolin M.S. et al., 2017; Henríquez-Hernández L.A. et al., 2017].

Для оценки содержания редкоземельных элементов в воздухе рабочей зоны разработаны современные методики методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. В [МУК 4.1.3741-22; МУК 4.1.3743-22] приведены условия отбора проб воздуха рабочей зоны и параметры настройки масс-спектрометра Agilent 7500_{cx} (США) для количественного определения девяти РЗЭ в широком диапазоне концентраций. Осуществлен подбор концентраций для построения градуировочных графиков, обоснован выбор и применение внутреннего стандарта для учета матричного эффекта, транспортных помех и повышения точности анализа. Экспериментально определен необходимый оптимальный объем пробы воздуха, а также допустимая скорость отбора. Обоснован выбор аэрозольных фильтров; изучено влияние матрицы на точность анализа методом «введено – найдено», приведены условия пробоподготовки аэрозольных фильтров марок АФА-ХА, АФА-ХП с использованием микроволновой системы, муфельной печи и кислотного растворения в термоблоке. Высокая чувствительность разработанной методики измерений массовых концентраций девяти элементов в воздухе рабочей зоны при отборе 0,1 $м^3$ воздуха методом ИСП-МС с использованием реакционно-столкновительной ячейки с гелием позволяет определять редкоземельные элементы иттриевой группы (гадолиний, тербий, диспрозий, гольмий, эрбий, тулий, иттербий, лютеций, иттрий) в воздухе рабочей зоны в диапазоне массовых концентраций от 0,000007–0,00001 до 10–100 $мг/м^3$. Методика определения семи РЗЭ позволяет определять массовые концентрации РЗЭ элементов цериевой группы (лантан, церий, празеодим, неодим, прометий, самарий, европий) в воздухе рабочей зоны в диапазоне массовых концентраций от 0,000007–0,00003 до 10–100 $мг/м^3$. Определение редкоземельных элементов, ниобия и тантала в воздухе рабочей зоны выполняется на уровне $5 \cdot 10^{-4}$ ПДК $мг/м^3$ [Уланова Т.С. и др., 2022].

В настоящее время в Российской Федерации ситуация с качеством воды водных объектов, используемых для питьевых целей, «продолжает оставаться неблагоприятной, в первую очередь вследствие сбросов промышленных и бытовых сточных вод» [Указ Президента РФ от 19.04.2017 № 176]. Так, 19 % сточных вод сбрасывается в водные объекты без очистки, 70 % – недостаточно очищенными и только 11 % – очищенными до установленных нормативов допустимых сбросов. Как следствие,

30–40 % населения страны регулярно пользуется водой, не соответствующей гигиеническим нормативам, что увеличивает риск заболеваемости [Указ Президента РФ от 19.04.2017 № 176; Сулейманов Р.А. и др., 2016].

Качество питьевой воды должно обеспечивать химическую безопасность и после подготовки соответствовать предельно допустимым концентрациям в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21. В данном документе регламентируется содержание N-нитрозодиметиламина (0,0001 мг/дм^3). Вместе с тем другие, не менее опасные и высокотоксичные N-нитрозоамины (N-нитрозодиэтиламин (NDEA), N-нитрозоди-н-пропиламин (NDPA), N-нитрозопирролидин (NPyr), N-нитрозопиперидин (NPip)), которые также образуются в питьевой воде, в этом документе не регламентируются. Разработана методика определения N-нитрозоаминов (N-нитрозодиэтиламин (NDEA), N-нитрозоди-н-пропиламин (NDPA), N-нитрозопирролидин (NPyr), N-нитрозопиперидин (NPip)) в воде [СТО М 49-2021], которая позволяет обеспечить надежный контроль токсикантов на уровне нижнего предела (0,00004 мкг/см^3) определения с погрешностью, не превышающей 30,5 % (0,4 ПДК – санитарно-токсикологический показатель вредности). Способ подготовки проб воды к химическому анализу основан на извлечении и концентрировании анализируемых соединений из образцов воды на угольном картридже методом твердофазной экстракции (ТФЭ), идентификации веществ по библиотечным масс-спектрам и времени удерживания на капиллярной колонке HP-FFAP 50 м $\times$ 0,32 мм $\times$ 0,50 мкм высокой полярности; количественном определении изучаемых соединений методом абсолютной градуировки [Zaitseva N.V. et al., 2021].

Загрязнение природной воды остатками антибактериальных препаратов является глобальной проблемой мирового сообщества. Использование воды, загрязненной фармполлютантами, способствует выработке антибиотикорезистентности у отдельных видов бактерий, что приводит к снижению эффективности лечения инфекционных заболеваний. Одним из путей решения данной проблемы является разработка методологии эколого-аналитических исследований на базе современных методик хромато-масс-спектрометрии и изучение с их применением компонентного состава проб воды. Разработана методика определения восьми антибиотиков в воде 1-го и 2-го класса опасности: методика измерений массовых концентраций антибиотиков (амоксициллин, ампициллин, азитромицин, эритромицин, оксациллин, бензилпенициллин, кларитромицин, ципрофлоксацин) в воде методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием [ФР.1.31.2023.46391]. Методика основана на извлечении и концентрировании антибиотиков из воды способом твердофазной экстракции (ТФЭ), разделении на жидкостном хроматографе на колонке с обращенной фазой С18 и масс-спектрометрическом детектировании в режиме мониторинга множественных реакций (MRM). Идентификация антибиотиков проводится по наличию характеристичных ионов в масс-спектрах и по времени удерживания. Количественное определение проводят по основным дочерним ионам методом абсолютной градуировки. Методика позволяет определять массовые концентрации анализируемых антибиотиков в образцах воды в диапазоне массовых концентраций от 0,000005–0,005 до 0,00005–0,05 мг/дм^3 с нижним пределом определения на уровне 0,25 долей ПДК с погрешностью не более 34 %.

Совершенствование методической базы химико-аналитического контроля в медико-биологических исследованиях

Разработка методик и определение химических соединений и элементов в биологических средах человека в медико-биологических исследованиях необходимо для формирования доказательной базы негативного воздействия антропогенных факторов среды обитания на здоровье населения. Оценка риска для здоровья населения невозможна без установления и доказательства причинно-следственных связей нарушений состояния здоровья при выявлении неприемлемого риска, обусловленного

факторами среды обитания. Одним из перспективных направлений химико-аналитических исследований являются медико-биологические, которые включают как качественное, так и количественное определение токсичных и опасных химических соединений в биопробах (маркеры экспозиции) и являются доказательной базой негативного воздействия источников химической опасности на здоровье человека.

Предложен алгоритм научно-методического и критериального обеспечения медико-биологического мониторинга (рис. 8.3.1).

Одним из основных блоков общего алгоритма исследований является разработка научно-методических принципов высокочувствительных и селективных методик определения химических соединений в биосредах человека, на основе которых сформировано новое диагностическое направление – химико-аналитические исследования биосред человека на содержание контаминантов, приоритетных в антропогенной нагрузке. Использование различных методик анализа ксенобиотиков в биосредах, включая прямой химический анализ, иммунологический анализ и т.д., создает определенные преимущества биомониторинга над внешним мониторингом, поскольку позволяет получить более точную оценку риска независимо от источников и путей поступления токсиканта. Таким образом, биомониторинг может рассматриваться как основной инструмент для оценки тяжести и характера воздействия поражающего фактора (в частности, химического) на организм человека. Для методического обеспечения данных исследований разработана система высокочувствительных и селективных методик определения химических соединений в биологических средах человека (более 100 маркеров экспозиции). На основании многолетних исследований разработаны новые методические принципы химико-аналитического определения ряда органических соединений классов: ароматических углеводородов, кислородсодержащих органических соединений (карбонильные соединения, алифатические спирты), алифатических и ароматических хлорорганических соединений (ХОС), карбоновых кислот ароматического ряда и эфиров, азотсодержащих органических соединений в биосредах населения. Определение органических соединений в зависимости от целей и задач исследований, физико-химических характеристик выполняется методами газовой и жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) заключаются в возможности анализа соединений с большим диапазоном молекулярных масс: от нескольких единиц до десятков миллионов, анализе биологически активных веществ и биополимеров, поскольку определения можно проводить при температурах, близких к комнатной. Высокоселективные детекторы в сочетании с оптимальными способами пробоподготовки позволяют определять микроколичества веществ в сложных смесях. Исследования по определению органических соединений в биологических средах выполняются на базе современного инструментального оборудования – газовой и жидкостной хроматографии с использованием селективных и высокочувствительных детекторов, капиллярных колонок и хромато-масс-спектрометрии. *Пробоподготовка* является важнейшим этапом любой аналитической процедуры и сводится к количественному извлечению аналита из сложного состава биологического материала. Используются современные способы пробоподготовки, основанные на жидкостной и твердофазной экстракции, дериватизации целевых компонентов, анализе равновесной паровой фазы и т.д. Общие принципы пробоподготовки при высокоэффективном жидкостном определении составляют экстракция, экстракция в сочетании с дериватизацией. Общие принципы пробоподготовки при *газохроматографическом определении* составляют: метод статического равновесия паровой фазы (летучие органические соединения), экстракция, твердофазная экстракция. Использование в газовой хроматографии специфичных детекторов для определенных классов соединений, таких как электронно-захватный детектор для определения галогенорганических соединений, термоионный для определения азотсодержащих соединений, масс-спектрометрический для высокочувствительного определения более широкого спектра органических соединений значительно увеличивает чувствительность и селективность определения.

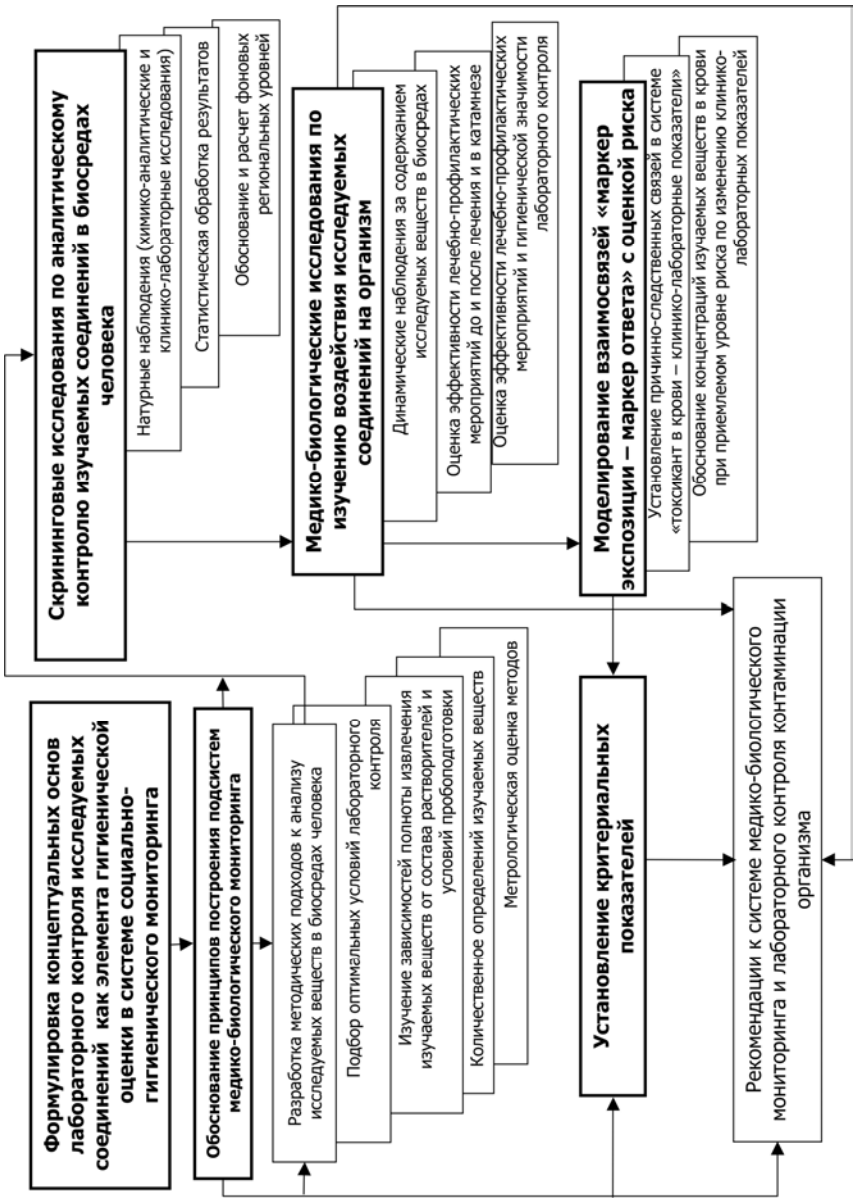


Рис. 8.3.1. Алгоритм разработки научно-методического и критериального обеспечения медико-биологического мониторинга

Алифатические хлорированные углеводороды антропогенного происхождения – наиболее широко распространенные органические вещества, загрязняющие воду, почву и другие объекты биосферы. Наиболее опасными из них, содержание которых нормируется в питьевой воде [СанПиН 1.2.3685-21], являются хлороформ, тетрахлорметан, 1,2-дихлорэтан, и их относят к канцерогенным веществам. Присутствие хлорорганических соединений в воде водоемов, используемых для питьевых целей, создает опасность поступления этих соединений в организм человека и формирования ухудшения показателей здоровья. Для оценки уровня воздействия и установления факта поступления этих соединений в организм разработаны методические указания [МУК 4.1. 2115-06]. Методика основана на предварительном выделении алифатических хлорированных углеводородов из биологического материала (кровь) путем нагревания объекта и последующего газохроматографического анализа равновесной паровой фазы с детектором электронного захвата. ХОС определяются в диапазоне от 0,0006 до 1,125 мг/дм³, погрешность до 20,7 %.

Бенз(а)пирен (БП) – один из наиболее опасных канцерогенных полициклических ароматических углеводородов, загрязняющий атмосферный воздух промышленно развитых городов. Источники загрязнения атмосферы БП: автотранспорт, современные нефтехимические и химические предприятия. Для определения уровня содержания бенз(а)пирена в крови с целью оценки риска здоровью населения разработана специфичная и селективная методика измерения массовой концентрации бенз(а)пирена в крови [МУК 4.1.3040-12; МУК 3041-12], которая основана на экстракции бенз(а)пирена из биопробы по методу QuEChERS и анализе очищенного экстракта на жидкостном хроматографе с использованием флуориметрического детектора. Диапазон измерений массовой концентрации от 0,00002 до 0,002 мг/дм^3 с погрешностью не более 24 %.

Среди химических факторов загрязнения водоисточников, формирующих риск здоровью населения, особое значение имеют неорганические соединения – нитраты, содержание которых стремится к постоянному увеличению в водных объектах. По данным зарубежной и отечественной научной литературы, известно, что нитраты поступают в организм различными путями: с пищевыми продуктами – до 70 %, с питьевой водой – до 20 %. Исследователями США, Германии и России установлено, что постоянное употребление воды с повышенным содержанием нитратов может вызывать у человека метгемоглобинемию, при хроническом отравлении – онкологические заболевания, изменение функций центральной нервной системы и сердечной деятельности [Mukhopadhyay et al., 2005]. Опасность нитратов для человека заключается в том, что в результате эндогенного синтеза из нитритов возможно образование канцерогенных N-нитрозоаминов, которые являются весьма вероятным канцерогенным фактором для человека (группа 2А) [Борисов В.А., 2005].

Гигиеническая оценка реальных последствий воздействия нитратов и N-нитрозоаминов, поступающих с питьевой водой, на здоровье населения в Российской Федерации до настоящего времени остается одной из нерешенных задач современной гигиены и экологии человека. Для лабораторного контроля нитратов и N-нитрозоаминов в биологических средах разработаны высокочувствительные методики. Для определения массовой концентрации нитрат-ионов в моче применяли метод капиллярного электрофореза [ФР.1.31.2019.32924]. Метод измерения массовой концентрации нитрат-ионов в моче основан на центрифугировании образца мочи, разбавлении этанолом и дистиллированной водой, фильтровании и определении нитрат-ионов в разбавленном образце мочи методом капиллярного электрофореза с детектированием при длине волны 374 нм. Диапазон измерений от 4 до 300 мг/дм^3. Извлечение и концентрирование N-нитрозоаминов (N-нитрозодиметиламин, N-нитрозодиэтиламин) [МУК 3479-17] из проб крови проводят методом дистилляции с водяным паром в щелочной среде, концентрированием N-нитрозоаминов на картриджах с помощью системы твердофазной экстракции (ТФЭ) и последующим газохроматографическим анализом экстракта с масс-спектрометрическим детектированием. Диапазон концентраций от 0,002 до 0,1 мг/дм^3 [Нурисламова Т.В. и др., 2018].

Определение металлов в биологических средах также является приоритетным и высоковостребованным в системе медико-биологического мониторинга. Известно, что загрязнение тяжелыми металлами окружающей среды связано с их широким использованием в промышленном производстве, со слабыми системами очистки, в результате чего тяжелые металлы попадают в окружающую среду, в том числе и почву, воду, загрязняя и отравляя их. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются тепловая энергетика, промышленные предприятия и автомобильный транспорт, причем в городских условиях именно автотранспорт служит наиболее мощным загрязнителем. Перспективным направлением в разработке методик определения металлов в биосредах является масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС), позволяющая значительно расширить спектр анализируемых элементов и диапазон определяемых концентраций. Для оценки уровня содержания химических элементов в крови и моче разработаны методики [МУК 4.1.3230-14; МУК 4.1.3161-14] по измерению массовых концентраций 12 элементов (ванадий, хром, марганец, никель, медь, цинк, селен, стронций, таллий, кадмий, мышьяк, свинец) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой, которые позволяют выполнять определение элементов в крови в диапазоне концентраций от 0,1 до 15 000 мкг/дм^3 и в моче от 0,1 до 1500 мкг/дм^3. Низкие пределы обнаружения, селективность и точность измерения позволяют достоверно оценивать содержание эссенциальных и токсичных элементов в биосубстратах населения, постоянно проживающих на территории с высокой техногенной нагрузкой и контрольных территориях [Зайцева Н.В. и др., 2019, 2022а; Уланова Т.С. и др., 2020а].

Измерение массовых концентраций редкоземельных элементов в крови также выполняют методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой [ФР.1.31.2019.32618]. Для учета возможных матричных влияний, спектральных и транспортных помех, дрейфа чувствительности масс-спектрометра измерения проводили с использованием внутреннего стандарта. В качестве внутреннего стандарта использовали раствор индия ^{115}In в концентрации 10 мг/дм^3. Связь интенсивности сигнала детектора масс-спектрометра с массовой концентрацией определяемого элемента в растворе устанавливали с помощью градуировочной характеристики. Диапазон измерения массовых концентраций РЗЭ (иттрий, лантан, церий, празеодим, неодим, самарий, европий, гадолиний, тербий, диспрозий, гольмий, эрбий, тулий, иттербий, лютеций) в крови от 0,015 до 50 мкг/дм^3 при погрешности измерения от 15 до 39 % [Землянова М.А. и др., 2023].

Методика [ФР.1.31.2019.34043] позволяет проводить измерение массовых концентраций ниобия и тантала в крови в диапазоне концентраций от 0,25 до 50 мкг/дм^3 при погрешности измерения от 25 до 38 % методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Измерения проводили в режиме реакционно-столкновительной ячейки. В качестве газа-реактанта использовали гелий. Для учета возможных матричных влияний, спектральных и транспортных помех, дрейфа чувствительности масс-спектрометра измерения проводят с использованием внутреннего стандарта. В качестве внутреннего стандарта применяли раствор тербия ^{159}Tb в концентрации 1000 мкг/дм^3. Связь интенсивности сигнала детектора масс-спектрометра с массовой концентрацией определяемого элемента в растворе устанавливали с помощью градуировочной характеристики.

Благодаря своим конструкционным и эксплуатационным качествам использование алюминия увеличивается во всех отраслях мировой экономики. Сегодня спектр применения алюминия – это машиностроение, аэрокосмический комплекс, производство упаковки и тары, судостроение, промышленное и гражданское строительство. Вместе с тем динамичный рост алюминиевой промышленности в России, увеличение объемов производства, строительство новых заводов оказывают растущее влияние на окружающую среду [Галевский Г.В. и др., 2005] и здоровье населения в зоне неприемлемого риска. Приоритетные компоненты выбросов алюминиевого производства относятся к 1–2-му классам опасности химических веществ. При

постоянном ингаляционном поступлении обладают политропным действием на организм с преимущественным поражением органов дыхания (в виде бронхита, бронхиальной астмы), центральной нервной системы (снижение концентрации внимания и памяти, когнитивной функции), костной (деформации опорно-двигательного аппарата) и иммунной систем [Зайцева Н.В. и др., 2017]. Для установления и оценки уровня содержания алюминия в крови / моче разработана высокочувствительная методика методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой [МУК 4.1. 3589-19]. Методика основана на использовании масс-спектрометра для разделения и детектирования. Измерения проводили в режиме реакционной ячейки. В качестве газа-реактанта использовали гелий. Для учета возможных матричных влияний, транспортных помех и дрейфа чувствительности масс-спектрометра измерения проводят с использованием внутреннего стандарта. В качестве внутреннего стандарта используют раствор германия в концентрации 100 мкг/дм^3. Диапазон измеряемых концентраций алюминия в крови от 20 до 700 мкг/дм^3, погрешность измерения от 5 до 9 %, в моче от 0,1 до 1000 мкг/дм^3, погрешность измерения от 6 до 14 % [Уланова Т.С. и др., 2019b].

Идентификация химических соединений в биологических средах с расшифровкой и подтверждением спектров этих соединений для оценки реальной химической нагрузки на население

При разработке методик определения контаминантов, особенно в биологических средах, для надежной и достоверной идентификации необходимо выполнять хромато-масс-спектрометрические исследования, которые позволяют установить и устранить мешающее влияние органических соединений матрицы и подтверждают присутствие основных аналитов в биологической среде. Идентификация следовых количеств неизвестных органических соединений, входящих в состав многокомпонентных смесей, является одной из наиболее сложных и важных задач при разработке методик определения контаминантов в биологических средах. С этой целью выполнена идентификация химических соединений в образце крови на примере высокооктанового компонента бензина – метилтретбутилового эфира (МТБЭ) и сопутствующих соединений, обнаруженных в образце, методом газовой хроматографии-масс-спектрометрии с электронной ионизацией (ГХ/МС-ЭИ). Известно, что МТБЭ входит в состав автомобильных бензинов и служит в качестве кислородосодержащей, высокооктановой добавки при получении неэтилированных, экологически чистых бензинов [Бойко Ю.А. и др., 2002]. Исследованиями установлено, что при хроническом воздействии метилтретбутиловый эфир способен вызывать ряд заболеваний. Ведущей системой-мишенью при хроническом воздействии в условиях производства МТБЭ является репродуктивная система мужчин [Зайцева Н.В. и др., 2014]. В связи с этим особую актуальность в условиях комплексной, многокомпонентной нагрузки среды обитания, формируемой выбросами предприятий химической, нефтеперерабатывающей промышленности, автотранспорта, при реализации биомониторинга наряду с количественным определением приобретает надежная и достоверная идентификация органических соединений на фоне сложного состава биологической матрицы с использованием библиотеки масс-спектров. При выполнении исследований для исключения мешающего влияния других органических соединений, присутствующих в образце крови, устранения ложноположительных пиков и повышения правильности интерпретации результатов хроматографического анализа была выполнена идентификация метилтретбутилового эфира, обнаруженного в образце крови, по масс-спектрам. Для расшифровки масс-спектральных данных использованы библиотеки NIST 08.L (около 300 тыс. масс-спектров): идентификационная база загрязнителей природной среды Американского агентства защиты окружающей среды (US EPA). Алгоритм идентификации включает следующие этапы: 1. Полное сканирование образца крови. 2. Установление химического состава, структуры, характеристических ионов и масс-спектров МТБЭ по стандартному образцу. 3. Идентификация

масс-спектра МТБЭ стандартного образца и его сопоставление с масс-спектром методом библиотечного поиска. 4. Расшифровка экспериментальных масс-спектров МТБЭ в крови и их сопоставление с библиотечными масс-спектрами. На первом этапе ХМС-исследований выполняли полное сканирование исследуемого образца крови по всему диапазону масс, которое позволило идентифицировать 10 масс-спектров органических соединений, в том числе МТБЭ с вероятностью совпадения 94 %. Для разделения изомеров предельных углеводородов (2-метил-пентана и 3-метил-пентана) и метилтретбутилового эфира, обнаруженных в образце крови, были оптимизированы хроматографические параметры, позволившие достичь высокой селективности. Для устранения недостаточного разрешения в исследованиях использовали специальные капиллярные колонки с различной полярностью: неполярную с рабочей жидкой фазой на основе полиметилсилоксана DB-624 и полярную на основе полиэтиленгликоля HP-1 с высоким разрешением и низким пределом детектирования. В этих условиях достигнуто оптимальное разделение изомеров 2-метил пентана, 3-метил пентана и метил-трет-бутилового эфира. На следующем этапе ХМС-исследований по стандартному образцу МТБЭ были установлены: химический состав метилтретбутилового эфира; химическая структурная формулу МТБЭ: основные и подтверждающие ионы МТБЭ: m/z 73, 57, 41, масс-спектры МТБЭ. Затем выполняли сопоставление установленного масс-спектра МТБЭ стандартного образца с его библиотечным масс-спектром по интенсивности характеристических ионов (молекулярный ион m/z 73, подтверждающие ионы 57, 41). Сопоставление масс-спектра стандартного образца МТБЭ с масс-спектром библиотеки выявило совпадение. Заключительным этапом ХМС исследований была идентификация МТБЭ в образце крови по установленным характеристическим ионам и времени удерживания. Для этого экспериментальный масс-спектр МТБЭ образца крови сравнивали с его библиотечным масс-спектром по характеристическим ионам, что подтвердило присутствие этого компонента в образце крови [Зайцева Н.В. и др., 2016а].

Совершенствование методической базы лабораторного контроля пищевых продуктов

Разработка современных высокочувствительных, селективных стандартизованных методик определения химических соединений и элементов в продуктах питания необходима для обеспечения безопасности пищевой продукции. Обеспечение гигиенической безопасности пищевых продуктов входит в число приоритетных задач государственной политики в области здорового питания и является необходимым условием санитарно-эпидемиологического благополучия населения [Государственный доклад, 2021]. В настоящее время актуальным остается вопрос об оценке уровня экспозиции токсичными соединениями пищевых продуктов [Шур П.З. и др., 2018]. Качество и безопасность продукции, находящейся на единой таможенной территории Таможенного союза, регламентируется Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Вместе с тем в «Основах государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения» в качестве приоритетных задач указано совершенствование нормативной и методической базы контроля за загрязнителями химической и биологической природы. Одним из приоритетных направлений исследований является оценка химической безопасности пищевой продукции. Для этого разрабатываются современные высокочувствительные и селективные методики.

Фталаты – группа веществ, которые являются эфирами ортофталевой кислоты. Эфиры ортофталевой кислоты широко используются в промышленности в виде пластификаторов для придания мягкости, прочности, гибкости и эластичности пластиковым изделиям. 90 % этих пластификаторов используют при производстве поливинилхлорида (ПВХ), а 10 % применяют для изготовления резины, красок и др. Как пластификаторы фталаты применяются при изготовлении строительных материалов, медицинского оборудования, товаров для детей, пищевой пленки. В организме фталаты

проявляют мутагенный, эмбриотоксический и репротоксический эффекты, снижают активность гормонов печени. Ди (2-этилгексил) фталат является эндокринным дизраптором, нарушающим гормональный метаболизм, обладает канцерогенными свойствами [Kodavanti P. et al., 2010].

Создание высокочувствительных методик анализа позволят с высокой степенью вероятности и надежности определять не только ингредиентный состав химически сложных смесей пищевых продуктов, но и выполнять количественную оценку незаявленных химических соединений, что может быть использовано в гигиенических исследованиях для установления реального риска здоровью человека [Аршакуни В.Л., 2008]. Для контроля безопасности пищевых продуктов, особенно для детского питания, разработана и валидирована методика определения фталатов (диметилфталата, диэтилфталата, дибутилфталата, бензилбутилфталата, ди (2-этилгексил) фталата) в молоке методом высокоэффективной жидкостной хроматографии [МУК 4.1. 3160-14]. Измерение массовых концентраций диметилфталата, диэтилфталата, дибутилфталата, бензилбутилфталата, ди (2-этилгексил) фталата основано на двойной экстракции фталатов из молока смесью растворителей (метанола, гексана, изопропанола), очистке экстракта и последующем анализе экстракта на жидкостном хроматографе с использованием диодно-матричного детектора. Измерение массовых концентраций фталатов в молоке выполняют в диапазоне концентраций от 0,1 до 4 мг/дм^3 при погрешности измерения от 31 до 39 %. Разработанная методика применена в исследованиях по оценке воздействия фталатов, присутствующих в потребительском молоке, упакованном в пластиковую тару [Уланова Т.С. и др., 2018; Зеленкин С.Е. и др., 2019].

Актуальность проблемы безопасности продуктов питания с каждым годом возрастает, поскольку именно обеспечение безопасности пищевых продуктов является одним из основных факторов, определяющих здоровье населения. К показателям безопасности, требующим самого пристального внимания, относится содержание в продукции тяжелых металлов. Накапливаясь в тканях организма человека, тяжелые металлы способны вызвать целый ряд серьезных заболеваний. Так, избыточное поступление в организм кадмия может приводить к анемии, поражению печени, нарушению функции легких, остеопорозу, деформации скелета, развитию гипертонии. Он накапливается в почках, может служить причиной образования в них камней. Свинец накапливается в костях, вызывая их постепенное разрушение, аккумулируется в печени и почках, может вызывать снижение работоспособности, ухудшение памяти и даже хронические заболевания мозга. Мышьяк, попадая в организм с пищей, при длительном воздействии может приводить к развитию рака и к поражениям кожи. Также установлена его связь с сердечно-сосудистыми заболеваниями и диабетом. Ртуть оказывает токсическое воздействие на центральную нервную систему, вызывает тахикардию и приводит к эмоциональной неустойчивости, нарушению памяти, бессоннице, апатии и т.д. Человек постоянно чувствует усталость, быстро утомляется, становится рассеян и раздражителен. Его постоянно преследуют головные боли. Определяют содержание токсичных элементов: кадмия, свинца, мышьяка, ртути в пищевых молочных продуктах методом масс-спектрометрии [МУК 4.1.3480-17]. Измерения основаны на использовании масс-спектрометра с реакционной ячейкой. В качестве газа-реактанта используют гелий. Связь интенсивности сигнала детектора масс-спектрометра с массовой концентрацией определяемого элемента в растворе устанавливают с помощью градуировочной характеристики. Для учета возможных матричных влияний и дрейфа чувствительности масс-спектрометра измерения проводят с использованием внутреннего стандарта. В качестве внутреннего стандарта используют комплексный раствор с содержанием элементов сравнения (висмута ^{209}Bi, германия ^{73}Ge, индия ^{115}In, лития ^{6}Li, скандия ^{45}Sc, тербия ^{159}Tb, иттрия ^{89}Y) 10 мг/дм^3 и раствор с содержанием элемента сравнения родия (^{103}Rh) 10 мг/дм^3. Диапазон измеряемых концентраций от 0,0024 до 0,70 мг/дм^3, погрешность измерения от 26 до 31 %. Методика позволяет выполнять определение кадмия, свинца, мышьяка и ртути с чувствительностью на уровне 0,01–0,2 ПДК мг/кг.

Контаминация пищевых продуктов высокими дозами нитратов и нитритов, которые являются предшественниками N-нитрозоаминов, может быть фактором риска развития различных патологических состояний [ВОЗ, 2002]. Воздействие контаминантов пищевых продуктов заключается как в общетоксическом влиянии на организм, так и в появлении специфических и отдаленных эффектов (аллергический, мутагенный, тератогенный или канцерогенный). Основными требованиями, предъявляемыми к методикам определения N-нитрозоаминов в пищевых продуктах, являются высокая специфичность (определение целевого аналита в присутствии других аналогичных соединений матрицы), чувствительность, селективность и достоверность полученных результатов. Наибольшую селективность при идентификации N-нитрозоаминов в пищевых продуктах обеспечивают высокоинформативные многоцелевые методы химического анализа, такие как хромато-масс-спектрометрия (ГХ-МС). Важным этапом при разработке методики является извлечение и концентрирование анализируемых соединений из сложной матрицы исследуемого образца, как правило, имеющих многокомпонентный состав. В настоящее время перспективным методом подготовки пробы к химическому анализу является твердофазная экстракция (ТФЭ) [Зайцева Н.В. и др., 2014]. Для оценки химической безопасности молочной продукции (детские каши), пищевой продукции (консервы из мяса, мясорастительные) и пищевой продукции (копченые мясные, мясо- и птице- продукты) разработаны методические указания для измерений содержания летучих N-нитрозоаминов хромато-масс-спектрометрическим методом [МУК 4.1.3478-17; МУК 4.1.3588-19; МУК 4.1.3646-20]. Измерение содержания N-нитрозоаминов (N-нитрозодиметиламин, N-нитрозодиэтиламин) в пробах молочной продукции выполняют методом газохроматографического анализа с масс-спектрометрическим детектированием. Извлечение и концентрирование N-нитрозоаминов (N-нитрозодиметиламин, N-нитрозодиэтиламин) из проб молочной продукции проводят методом дистилляции с водяным паром в кислой среде с высаливающими реагентами, концентрированием N-нитрозоаминов на картриджах с помощью системы автоматической твердофазной экстракции (ТФЭ), идентификации веществ по масс-спектрам и времени выхода и количественном хромато-масс-спектрометрическом определении по градуировочному графику. Хромато-масс-спектрометрическая методика анализа продукции (детские каши) позволяет выполнять контроль N-нитрозодиэтиламина и N-нитрозодиметиламина в диапазоне концентраций для 0,0004–0,0024 мкг/г при погрешности не более 10 % [Зайцева Н.В. и др., 2016b]. При определении содержания N-нитрозоаминов (N-диметилнитрозоамин, N-метилэтилнитрозоамин, N-диэтилнитрозоамин, N-дипропилнитрозоамин, N-дибутилнитрозоамин, N-пиперидиннитрозоамин) в пищевой продукции (консервы из мяса, мясорастительные) [МУК4.1. 3588-19] анализ включает извлечение и концентрирование N-нитрозоаминов из проб пищевой продукции методом дистилляции с водяным паром в кислой среде с высаливающими реагентами, концентрирование N-нитрозоаминов на картриджах с помощью системы твердофазной экстракции (ТФЭ), идентификацию веществ по масс-спектрам и времени выхода, количественное хромато-масс-спектрометрическое определение по градуировочному графику. Диапазон измеряемых концентраций 0,0002–0,0016 мг/кг, погрешность определения 14–17 % [Зайцева Н.В. и др., 2019b]. Содержание токсичных N-нитрозоаминов (N-диметилнитрозоамин, N-метилэтилнитрозоамин, N-диэтилнитрозоамин, N-дибутилнитрозоамин, N-дипропилнитрозоамин, N-пиперидиннитрозоамин, N-пирролидиннитрозоамин, N-морфолиннитрозоамин, N-дифенилнитрозоамин) в пробах пищевой продукции (копченые мясные, мясо- и птицепродукты) определяют с использованием разработанной методики [МУК 4.1. 3646-20; Зайцева Н.В. и др., 2018a]. Извлечение и концентрирование N-нитрозоаминов из проб пищевой продукции проводят с добавлением калия гидроокиси, последующей дистилляцией N-нитрозоаминов с перегретым водяным паром и концентрированием дистиллята на картриджах автоматической системы твердофазной экстракции (ТФЭ), идентификации веществ по масс-спектрам и времени выхода; количественном хромато-масс-спектрометричес-

ком определении по градуировочному графику. Диапазон измеряемых концентраций 0,0002–0,0032 мг/кг, погрешность определения 12–16 %.

Идентификация химических соединений пищевых продуктов с расшифровкой и подтверждением спектров этих соединений для оценки реальной химической нагрузки на население

Присутствие химических соединений различных классов в пищевых продуктах можно доказать высокочувствительными методами газовой хроматографии-масс-спектрометрии (ГХ/МС) и высокоэффективной жидкостной хромато-масс-спектрометрии (ВЭЖХ/МС) с использованием современных способов пробоподготовки, основанных на методе твердофазной экстракции (ТФЭ). В процессе исследований разработан и экспериментально обоснован алгоритм аналитического исследования подготовки проб пищевой продукции к идентификации химических соединений с применением комбинированного метода ДИСТИЛЛЯЦИЯ/ТФЭ/ГХ/МС, позволяющий с высокой степенью вероятности и надежности определить компонентный состав химически сложных смесей образцов пищевой продукции и доказать присутствие органических соединений в образцах на основании сравнения полученных масс-спектров с библиотечными данными (50–98 %) (рис. 8.3.2).

Рис. 8.3.2. Алгоритм проведения аналитического исследования пробоподготовки образцов пищевой продукции к идентификации химических соединений

Современные методические приемы, используемые в химико-аналитических исследованиях, основанные на применении специальных способов пробоподготовки, предварительной идентификации определяемых соединений, специальных приемов концентрирования, селективного разделения и высокоточного определения, позволяют успешно выполнять гигиенические исследования в области анализа и оценки риска [Зайцева Н.В. и др., 2022 b].

Региональные фоновые уровни (критериальные показатели)

Важным аспектом в системе медико-биологического мониторинга является разработка допустимых региональных нагрузок на население и установление фоновых уровней с учетом комплекса эколого-гигиенических и природно-климатических факторов на данной территории [СТО М 55-2022]. Фоновые уровни являются важным инструментом для сравнительной оценки напряженности санитарно-эпидемиологической ситуации при нормировании рисков неблагоприятных реакций на поступление исследуемых соединений в организм; фоновые уровни содержания изучаемых соединений в биосредах являются необходимым критерием для сравнительной оценки санитарно-эпидемиологического благополучия территорий и безопасности среды обитания; фоновые уровни содержания изучаемых соединений в биосредах позволяют выявить территории, объекты среды обитания населения и контингент риска для последующих углубленных исследований; фоновые уровни содержания химических соединений и элементов в биосредах являются маркерами для осуществления лабораторного контроля в медико-биологических исследованиях в системе социально-гигиенического мониторинга. *Региональный фоновый уровень* концентрации химического соединения в биологических средах – это среднестатистическое содержание химического вещества в мг/дм^3 в биосредах населения, проживающего на экологически чистых (контрольных) территориях Пермского края вне зоны антропогенного воздействия. Алгоритм определения фоновых региональных уровней представлен на рис. 8.3.3.

Рис. 8.3.3. Алгоритм определения фоновых региональных уровней химических соединений и элементов в биосредах

Установление региональных фоновых концентраций токсикантов окружающей среды в биологических средах проводится в следующем порядке: выбор контрольной территории; отбор детей и взрослых пациентов в контрольную группу; химико-аналитические исследования по определению содержания химических соединений в биосредах; расчет региональных фоновых уровней содержания хими-

ческих соединений в биологических средах детей и взрослых. Выбор контрольных территорий проводился путем проведения сравнительного анализа по всей совокупности эколого-гигиенической информации муниципальных образований Пермского края. Для проведения расчетов в качестве контрольных территорий были выбраны зеленая зона г. Перми с селитебной застройкой, Оханский, Сивинский и Карагайский районы Пермского края, где качество атмосферного воздуха и питьевой воды по содержанию химических соединений соответствовали гигиеническим нормативам. По специально разработанным критериям с указанных территорий были отобраны группы детей и взрослых пациентов общей численностью более 400 человек, у которых определялось содержание изучаемых веществ в крови и моче. Критериями отбора детей в контрольную группу явились: *медико-биологические* – возрастная группа 6–10 лет, отсутствие хронической соматической патологии (1-я и 2-я группы здоровья), физиологическое течение беременности и родов у матери, отсутствие перинатальной гипотрофии плода, развития патологических перинатальных состояний, благоприятная наследственность и отсутствие профессиональных вредностей у родственников 1-й и 2-й линии в течение трех лет, предшествовавших рождению ребенка; *лабораторно-диагностические* – соответствие гематологических, иммунологических, биохимических, функциональных показателей гомеостаза физиологическим нормативам, отсутствие экотоксикантной нагрузки в организме; *социально-гигиенические* – соответствие качества атмосферного воздуха и источников питьевого водоснабжения гигиеническим нормативам, отсутствие мест складирования промышленных и бытовых отходов, отсутствие близко расположенных крупных автомагистралей, природно-геохимическое благополучие, *социально-бытовые* – соответствие жилищных условий гигиеническим нормативам (площадь, воздушно-тепловой режим, санитарные условия, освещенность), средний уровень материальной обеспеченности. Критерии отбора взрослых пациентов в контрольную группу: *медико-биологические показатели* – возраст 21–40 лет; отсутствие хронической соматической патологии; благоприятная наследственность у родственников; отсутствие профессиональных вредностей; *лабораторно-диагностические показатели*-соответствие гематологических, иммунологических, биохимических, функциональных показателей гомеостаза физиологическим нормативам; сбалансированность и соответствие микроэлементного статуса физиологическим нормативам; отсутствие химической нагрузки в организме; *социально-гигиенические критерии* – соответствие качества атмосферного воздуха и источников питьевого водоснабжения гигиеническим нормативам; отсутствие мест складирования промышленных и бытовых отходов; отсутствие близко расположенных крупных автомагистралей; отсутствие зон электромагнитного, шумового, радиационного и других видов воздействия; природно-геохимическое благополучие; отсутствие повышенной гелионагрузки; *социально-бытовые критерии* – соответствие жилищных условий гигиеническим нормативам (площадь, воздушно-тепловой режим, санитарные условия, освещенность); средний уровень материальной обеспеченности. Расчет фоновых уровней на основе собранных экспериментальных данных проводился с использованием методов математической статистики в несколько этапов: анализ однородности выборки об отсутствии различий между группами с различных территорий с использованием дисперсионного анализа; устранение резко отличающихся значений с использованием пошаговой процедуры проверки гипотез относительно различий между средним и крайними значениями в выборке; проверка гипотез соответствия распределений показателей нормальному закону по критерию согласия Пирсона. Установленные величины могут быть рекомендованы в качестве фоновых региональных уровней в биосредах у детей и взрослых для проведения лабораторного контроля, скрининговых или углубленных гигиенических исследований, для оценки риска (табл. 8.3.1 и 8.3.2).

Таблица 8.3.1

Региональные фоновые уровни содержания химических соединений в биосредах детей

№ п/п	Химическое соединение	Концентрация, мг/дм^3	
		в крови	в моче
1	2	3	4
Алифатические углеводороды			
1	Гексан	0	0
2	Гептан	0	0
Алифатические спирты			
3	Метиловый спирт	0,369 ± 0,143	1,251 ± 0,294
4	Этиловый спирт	0,605 ± 0,216	0
5	Пропиловый спирт	0	0
6	Изопропиловый спирт	1,7359 ± 0,788	1,080 ± 0,044
7	Бутиловый спирт	0	0
8	Изобутиловый спирт	0	0
Алифатические альдегиды (ВЖХ, экстракция)			
9	Формальдегид	0,005 ± 0,0014	0,0040 ± 0,0009
10	Ацетальдегид	0,077 ± 0,009	0,068 ± 0,009
11	Масляный альдегид	0	0
12	Пропионовый альдегид	0	0
Кетоны			
13	Ацетон	0,450 ± 0,248	0,265 ± 0,129
Хлорорганические соединения			
14	Хлороформ	0	0
15	Тетрахлорметан	0,00086 ± 0,0016	0,0013 ± 0,0002
16	1,2-Дихлорэтан	0	0
Ароматические углеводороды			
17	Бензол	0	0
18	Толуол	0	0
19	Этилбензол	0	0
20	О-ксилол	0	0
21	М-,п-ксилол	0	0
22	Стирол	0	–
23	Фенол	0,01 ± 0, 01	0,280 ± 0,146
24	О, М, П-крезолы	0	–
Ароматические амины			
27	Анилин	0	0
28	N-метиланилин	0	0
29	N-этиланилин	0	0
30	N, N-диметиланилин	0	0
31	N, N -диэтиланилин	0	0
Органические азотсодержащие соединения			
32	Акрилонитрил	0	–
Полиароматические углеводороды			
33	Бенз(а)пирен	0	0
Неорганические соединения			
34	Марганец (ИСП-МС)	0,013 ± 0,00397	0,0006 ± 0,00032
35	Медь (ИСП-МС)	0,8559 ± 0,1215	0,01005 ± 0,00616
36	Никель (ИСП-МС)	0,00225 ± 0,00202	0,00150 ± 0,00091
37	Цинк (ИСП-МС)	4,7705 ± 0,7517	0,2170 ± 0,1412
38	Хром (ИСП-МС)	0,0027 ± 0,00199	0,00140 ± 0,00065

Окончание табл. 8.3.1

1	2	3	4
39	Ванадий (ИСП-МС)	0,00013 ± 0,00012	0,0006 ± 0,00031
40	Стронций (ИСП-МС)	0,0220 ± 0,01494	0,1475 ± 0,09412
41	Селен (ИСП-МС)	0,08740 ± 0,02115	0,0186 ± 0,01082
42	Кадмий (ИСП-МС)	0,00014 ± 0,00014	0,00011 ± 0,00006
43	Мышьяк (ИСП-МС)	0,0002 ± 0,0002	0,00735 ± 0,00458
44	Свинец (ИСП-МС	0,0144 ± 0,0067	0,0006 ± 0,00055
45	Магний (АА-пламя)	33,25 ± 2,87	35,75 ± 15,08
46	Железо (АА-пламя)	–	0,0868 ± 0,008
47	Фторид-ион	–	0,415 ± 0,16

Таблица 8.3.2

Региональные фоновые уровни содержания химических соединений в биосредах взрослого населения

№ п/п	Химическое соединение	Концентрация, мг/дм^3	
		кровь	моча
1	2	3	4
	Алифатические углеводороды		
1	Гексан	0	0
2	Гептан	0	0
	Алифатические спирты		
3	Метиловый спирт	0,369 ± 0,143	1,251 ± 0,294
4	Этиловый спирт	0,605 ± 0,216	0
5	Пропиловый спирт	0	0
6	Изопропиловый спирт	1,7359 ± 0,788	1,080 ± 0,044
7	Бутиловый спирт	0	0
8	Изобутиловый спирт	0	0
	Алифатические альдегиды (ВЖХ, экстракция)		
9	Формальдегид	0,0180 ± 0,0011	0,0040 ± 0,0009
10	Ацетальдегид	0,142 ± 0,0073	0,068 ± 0,009
11	Масляный альдегид	0,0010 ± 0,0001	0
12	Пропионовый альдегид	0,0039 ± 0,0004	0
	Кетоны		
13	Ацетон	0,45 ± 0,248	0,265 ± 0,129
	Хлорорганические соединения		
14	Хлороформ	0	0
15	Тетрахлорметан	0,0086 ± 0,0016	0,0013 ± 0,0002
16	1,2-Дихлорэтан	0	0
	Ароматические углеводороды		
17	Бензол	0	0
18	Толуол	0	0
19	Этилбензол	0	0
20	О-ксилол	0	0
21	М-,п-ксилол	0	0
22	Стирол	0	–
23	Фенол	0,016 ± 0,0,016 (с 2015 г.)	0,280 ± 0,146
24–26	О-,м-,п-крезолы	0	–
	Ароматические амины		
27	Анилин	0	0
28	N-метиланилин	0	0

Окончание табл. 8.3.2

1	2	3	4
29	N-этиланилин	0	0
30	N, N-диметиланилин	0	0
31	N, N -диэтиланилин	0	0
Органические азотсодержащие соединения			
32	Акрилонитрил	0	–
Полиароматические углеводороды			
33	Бенз(а)пирен	0	0
Неорганические соединения			
34	Марганец (ИСП-МС)	0,013 ± 0,00566	0,0006 ± 0,00056
35	Медь (ИСП-МС)	0,7890 ± 0,1134	0,0084 ± 0,0045
36	Никель (ИСП-МС)	0,0031 ± 0,00266	0,0024 ± 0,00146
37	Цинк (ИСП-МС)	5,2624 ± 0,7936	0,2200 ± 0,1692
38	Хром (ИСП-МС)	0,00390 ± 0,00265	0,001555 ± 0,00069
39	Ванадий (ИСП-МС)	0,00013 ± 0,00012	0,00065 ± 0,00031
40	Стронций (ИСП-МС)	0,0185 ± 0,01097	0,1875 ± 0,14784
41	Селен (ИСП-МС)	0,11255 ± 0,02901	0,021 ± 0,01004
42	Кадмий (ИСП-МС)	0,0005 ± 0,0003	0,00026 ± 0,00012
43	Мышьяк (ИСП-МС)	0,0005 ± 0,0004	0,014 ± 0,01004
44	Свинец (ИСП-МС)	0,0149 ± 0,00976	0,0006 ± 0,00055
45	Магний (АА-пламя)	33,97 ± 1,17	65,22 ± 6,71
46	Фторид-ион	–	0,41 ± 0,16

8.4. Практика установления и доказывания ассоциированного с негативным воздействием факторов среды обитания вреда здоровью населения

Рассмотренные выше алгоритм и методы установления и доказывания вреда здоровью населения использовали для научного обоснования и информационной поддержки ряда управленческих решений – от установления меры ответственности до подготовки планов и программ санитарно-гигиенических и медико-профилактических мероприятий. Так, оценка вреда здоровью была выполнена при расследовании жалоб населения крупного промышленного города на неудовлетворительное качество питьевой воды в условиях загрязнения [Зайцева Н.В. и др., 2015b; Май И.В. и др., 2014; Клейн С.В., 2015a; 2018c].

Было установлено, что вода поверхностного источника водоснабжения характеризуется как вода класса качества «3Б» (очень загрязненная), имеет удельный комбинированный индекс загрязненности 3,0, и с целью предупреждения микробного загрязнения питьевых вод эксплуатирующая водопроводные системы организация производит гиперхлорирование подаваемой населению воды. Инструментальными исследованиями было выявлено присутствие в питьевой воде высокотоксичных хлорорганических соединений. Порядка 80 % населения города численностью 78 тыс. человек использовало воду, содержащую хлор (остаточный свободный и остаточный связанный), трихлорметан, хлороформ, тетрахлорметан, дихлорэтан, дихлорбромметан и ряд других хлорорганических примесей, в том числе на уровнях выше гигиенических нормативов. В условиях экспозиции к органическим производным хлора длительное время находилось порядка 60 тыс. человек. В этом числе – более 7,2 тыс. детей, которые проживали и посещали детские дошкольные и школьные учреждения в зоне одной и той же системы водоснабжения.

Оценка риска здоровью населения, связанного с качеством воды сети хозяйственно-питьевого водоснабжения, проведенная в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ» на основании среднемноголетних данных (2006–2009 гг.), позволила выявить, что суммарный индивидуальный канцерогенный риск в 4,6 раза превышает приемлемый уровень. Основой вклад в формирование неприемлемого канцерогенного риска (93,5 %) вносит хлороформ. Данный уровень риска соответствует вероятности развития более 30 случаев злокачественных новообразований у населения города в течение жизни из-за содержания хлорорганических соединений в водопроводной воде. Недопустимый уровень неканцерогенного риска нарушений установлен для системы крови (индекс опасности до 1,8), печени (индекс опасности до 1,45), центральной нервной системы (индекс опасности до 1,33), почек (индекс опасности до 1,28), эндокринной системы (индекс опасности до 1,28). По результатам идентификации опасности установлено, что повышенный уровень хлора в воде может явиться причиной патологии иммунной системы и раздражающе действовать на слизистые оболочки. Приоритетный фактор опасности – хлороформ.

С применением метода газовой хроматографии, позволяющей идентифицировать и количественно определять органические производные хлора в крови на уровне 0,0001–0,00001 мг/дм^3, в ходе углубленного обследования 243 детей из зоны экспозиции установлено наличие одного или нескольких хлорорганических производных у каждого ребенка. При этом хлороформ идентифицирован в крови у 98,8 % детей. Четыреххлористый углерод присутствовал в крови у всех обследованных детей, дихлорбромметан – у 97,9 %, дибромхлорметан – у 59,6 %, 1,2-дихлорэтан – у 51,5 % обследованных. В группе сравнения хлорорганические примеси не были идентифицированы на уровне чувствительности метода. В атмосферном воздухе города данные химические примеси отсутствовали, т.е. ингаляционный путь поступления контаминантов исключался. Объяснить накопление примесей в крови поступлением с пищей нельзя было в силу того, что дети группы сравнения (дети из поселения, расположенного недалеко от обследованной территории) характеризовались аналогичной структурой питания, однако не имели в организме загрязняющих веществ. Таким образом, присутствие в крови детей хлорорганических соединений рассматривали как доказательство хронической экспозиции водных факторов опасности.

Поскольку критическими органами и системами в случае перорального воздействия хлороформа, дихлорбромметана, дибромхлорметана и пр. являются иммунная, нервная системы, органы пищеварения, система крови, в качестве доказательства вреда рассматривали частоту заболеваний именно этих систем. Анализ данных системы обязательного медицинского страхования показал, что ежедневная обращаемость за медицинской помощью детей в возрасте 3–7 лет из зоны экспозиции по причине желчнокаменной болезни, других болезней желчного пузыря, поражений желчного пузыря, желчевыводящих путей и поджелудочной железы при болезнях, классифицированных в других рубриках (К 80–87), в 4,64 раза выше на территориях наблюдения. В 4,01 раза больше болезненность такими нозологическими формами, как иммунодефициты и другие нарушения с вовлечением иммунного механизма, в 8,58 раза – конъюнктивиты (Н10–13), в 7,21 раза – расстройства вегетативной нервной системы и другие нарушения нервной системы. Установлено наличие достоверной причинно-следственной связи между факторами риска, обусловленными качеством воды системы хозяйственно-питьевого водоснабжения и возникновением заболеваний системы крови, кроветворных органов и иммунной системы (*OR* = 3,78), нервной системы (*OR* = 2,29), глаза и его придаточного аппарата (*OR* = 7,45), болезней органов пищеварения (*OR* = 4,2).

С целью подтверждения связи между диагнозами (заболеваниями) и факторами риска рассматривали наличие ассоциаций между маркерами экспозиции и лабораторными, функциональными и иными показателями, характеризующими состояние здоровья ребенка и нарушение функций тех или иных органов и систем.

Так, у экспонированных детей доказана статистически достоверная причинно-следственная связь между повышенным содержанием в крови 1,2-дихлорэтана, хлороформа, четыреххлористого углерода и биохимическими показателями клеточного и функционального повреждения печени. Результатами эпидемиологических исследований подтверждена связь между данными факторами и повышением активности печеночных ферментов (*OR* = 13,5). Установлена достоверная связь между содержанием в крови всех выявленных хлорорганических соединений с показателями активизации окислительных (как следствие повреждения клеточных мембран печени) и нарушения интенсивности антиоксидантных процессов в организме. Эпидемиологическими исследованиями подтверждена связь между повышенным уровнем 1,2-дихлорэтана в крови и возрастанием активности окислительных процессов (*OR* = 15,65). У 10 % детей изменения показателей антиоксидантной активности обусловлены повышенным содержанием в крови дибромхлорметана и четыреххлористого углерода. Установлена статистически достоверная причинно-следственная связь между повышенным содержанием хлороформа в крови и нарушением детоксикационных процессов в организме.

Установлены достоверные причинно-следственные связи изменения клеточного (фагоцитоз, Т-лимфоциты) и гуморального (иммуноглобулины и цитокины) иммунитета с концентрациями хлорорганических соединений в крови обследованных детей. Так, доказано, что на состояние фагоцитоза негативно влияет содержание в крови дихлорбромметана и дибромхлорметана; на фактор клеточной активации CD25+ – наличие в крови четыреххлористого углерода. Супрессия CD95+ связана с содержанием в крови дибромхлорметана, повышение интерферона-гамма – с присутствием в крови дихлорэтана. Достоверно установлено снижение фагоцитарного числа и относительного фагоцитоза под влиянием хлороформа и дихлорэтана, зависимость дефицита IgG и IgA от наличия в крови хлороформа.

Таким образом, практически все шаги предлагаемого алгоритма формирования доказательной базы вреда здоровью были реализованы:

– источник опасности идентифицирован – питьевая вода, гиперхлорированная вследствие низкого качества источника питьевого водоснабжения;

– факторы риска определены – хлорорганические примеси: хлороформ, четыреххлористый углерод, дихлорэтан, дихлорбромметан и ряд других;

– рассчитанные на основании среднемноголетних инструментальных данных риски для здоровья населения превышали уровни, квалифицируемые как допустимые (приемлемые). Основные вклады в риски для здоровья вносили хлороформ и четыреххлористый углерод. Критическими поражаемыми органами и системами являлись органы пищеварения, кровь, нервная система, хлороформ дополнительно являлся фактором канцерогенного риска;

– экспозиция доказана регистрацией в крови экспонируемого населения, прежде всего детей, химических примесей, характерных для перорального воздействия. При этом частота регистрации примесей у обследованного контингента была чрезвычайно высока (практически 100 %); уровни содержания примесей – достоверно выше, чем у группы сравнения, находившейся вне экспозиции;

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

Доказательная база использована в судебном процессе территориального управления санитарной службы против хозяйствующего субъекта, обеспечивающего питьевое водоснабжение муниципального поселения. Юридическому лицу предписана разработка санитарно-гигиенических мероприятий, органам местного самоуправления – переход на иной источник водоснабжения.

Вред здоровью был установлен и доказан для населения, постоянно проживающего в зоне влияния крупного промышленного предприятия по производству электрического кабеля [Зайцева Н.В., 2013b; Клейн, С.В., 2018c]. Основанием для

санитарно-эпидемиологического расследования явились жалобы населения на неудовлетворительные условия проживания, в том числе – на неприятный фенольно-крезольный запах.

Анализ данных ведомостей инвентаризации, проектов нормативов предельно допустимых выбросов предприятий, образующих промышленный узел в одном из микрорайонов крупного индустриального города, показал, что только источники одного предприятия имели выбросы в атмосферный воздух поселения фенола и о-, м-, п-крезолов с массой, способной формировать существенные приземные концентрации данных примесей в приземном слое атмосферы.

Инструментальные исследования качества атмосферного воздуха в точках размещения детских дошкольных учреждений (ДДУ) показали превышения приземных концентраций по фенолу до 3,6 $ПДК_{мр}$ и до 2,7 $ПДК_{сс}$; по сумме крезолов – до 1,7 $ПДК_{мр}$.

В условиях хронической экспозиции трикрезола и фенола риск квалифицировали как неприемлемый: индексы опасности развития патологии нервной системы при воздействии комплекса загрязняющих веществ составили до 10,02 (вклад трикрезола порядка 99,77 %); центральной нервной системы – до 9,23 (вклад фенола до 65,34 %); системы крови – до 12,08 (вклад фенола до 82,78 %); печени – 2,3 (вклад фенола до 94,08 %), почек – до 2,7 (вклад фенола до 86 %).

Зонированием территории по показателям риска (рис. 8.4.1) установлено, что на участках повышенного риска для здоровья населения расположены не только детские образовательные учреждения, но и жилые дома, в которых проживает основная масса детей, посещающих эти детские учреждения.

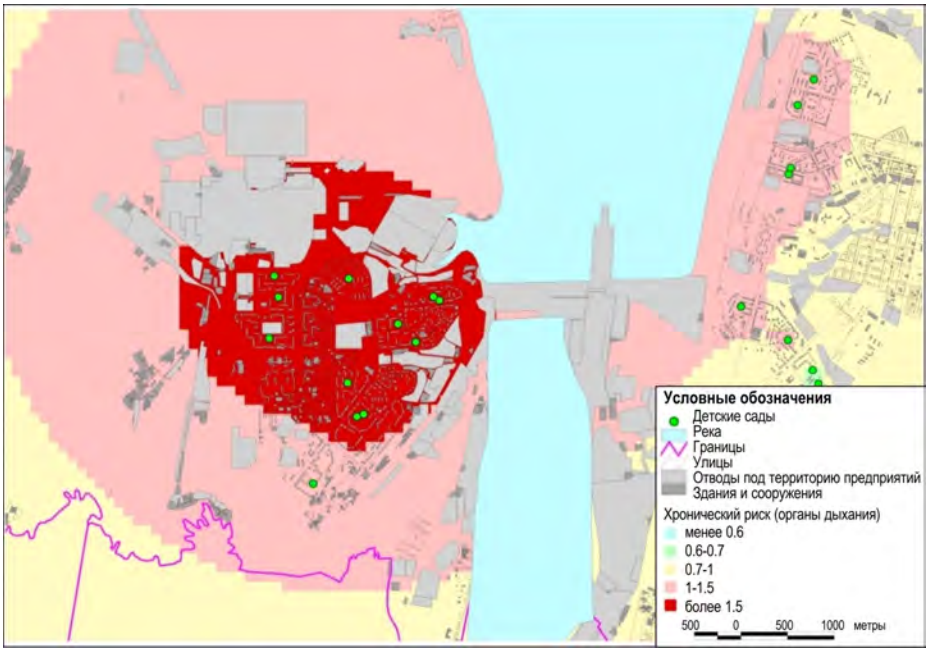


Рис. 8.4.1. Зонирование территории влияния электрокабельного завода по уровню хронического ингаляционного риска в отношении болезней органов дыхания и точки размещения детских дошкольных учреждений

На основании данных научной литературы установлено, что фенол и его производные при длительном поступлении в организм нарушают окислительное фосфорилирование и другие ферментативные процессы, раздражают кожу и слизистые.

У веществ данного класса обнаружено гонадотоксическое, эмбриотоксическое и тератогенное действие. На основании анализа токсикологических профилей веществ была сформирована программа медико-биологического обследования. В качестве наиболее уязвимой группы рассматривали детей в возрасте 4–7 лет, постоянно проживающих и посещающих ДДУ в зоне недопустимого ингаляционного риска. Лабораторное диагностическое обследование было выполнено в соответствии с обязательным соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации 1975 г. с дополнениями 1983 г.

В крови детей, постоянно проживающих в условиях экспозиции, выявлено присутствие исследуемых примесей на уровнях, достоверно превышающих уровни сравнения: по фенолу – в 1,6 раза, мета- и пара-крезолу – до 1,2 и 7,4 раза соответственно ($p < 0,05$) (табл. 8.4.1).

При сравнительном анализе (относительно возрастной физиологической нормы и показателей в контроле) результатов углубленного лабораторного обследования детей выделен комплекс отклонений лабораторных и цитогенетических показателей, характеризующих развитие негативных эффектов: а) активацию процесса перекисного окисления липидов в организме (повышение уровня гидроперекиси липидов, малонового диальдегида), имеющего зависимость от повышенного уровня фенола ($0,13 \le R^2 \le 0,45$; $7,2 \le F \le 33,8$; $p = 0,000$); б) напряжение активности антиоксидантной системы (повышение уровня общей антиоксидантной активности), имеющее зависимость от повышенного уровня фенола и м-крезола ($0,18 \le R^2 \le 0,36$; $29,26 \le F \le 30,97$; $p = 0,000$); в) активацию цитолитического процесса (повышение активности АСАТ), имеющего зависимость от повышенного уровня фенола ($R^2 = 0,11$; $F = 6,73$; $p = 0,012$); г) нарушение синтеза печенью факторов свертывания крови (снижение длительности кровотечения), имеющего зависимость от повышенного уровня фенола ($R^2 = 0,46$; $F = 154,25$; $p = 0,000$); д) наличие воспалительной реакции (повышение содержания лейкоцитов и сегментоядерных нейтрофилов), имеющей зависимость от повышенного уровня в крови фенола ($R^2 = 0,59$; $F = 79,29$; $p = 0,011$); цитогенетические изменения (качественные изменения хромосом по типу вариантов полиморфизма, генетическая нестабильность в эксфолиативных клетках буккального эпителия, проявляющаяся повышенной частотой нарушений ядерного аппарата), имеющие зависимость от повышенного уровня фенола и о-, м-крезола ($0,10 \le R^2 \le 0,20$; $6,13 \le F \le 11,85$; $0,000 \le p \le 0,028$), вклад данных соединений в формирование полиморфных изменений составил 10–20 % ($0,000 \le p \le 0,028$); е) активация окислительных процессов на уровне ДНК клетки (повышение уровня 8-гидрокси-2-деоксигуанозина), имеющая зависимость от повышенного уровня фенола и о-, м-крезола в крови ($0,15 \le R^2 \le 0,25$; $7,22 \le F \le 10,25$; $0,000 \le p \le 0,021$), вклад данных соединений в формирование окислительного повреждения на уровне ДНК клетки составил 15–25 % ($0,000 \le p \le 0,028$).

Таблица 8.4.1

Концентрации химических веществ в крови детей, постоянно проживающих в зоне недопустимого риска, формируемого экспозицией фенолом и его производными

Показатель	Фенол	М-крезол	П-крезол
Среднее значение для исследуемой группы ($n = 76$), мг/дм^3	0,0699 ± 0,0070	0,560 ± 0,0482	0,0126 ± 0,0022
Максимальное значение, мг/дм^3	0,1901	3,260	0,550
Доля детей с уровнем контаминанта в крови выше уровня сравнения, %	79,7	58,0	11,6
Среднее значение для группы сравнения, мг/дм^3	0,0437 ± 0,0034	0,4411 ± 0,0327	0,0037 ± 0,0005
Достоверность отличия контроля	0,011	0,026	0,003

Параметры моделей зависимостей между уровнем фенолов и крезолов в крови детей и изменением ряда маркерных лабораторных показателей приведены в табл. 8.4.2.

Таблица 8.4.2

Параметры моделей зависимости «маркер экспозиции – маркер эффекта»

Маркер экспозиции	Маркер эффекта	Направление изменения показателя	b_0	b_1	R^2	F	p
М-крезол	Гемоглобин	Понижение	–3,73 ± 0,019	2,08 ± 0,054	0,78	79,69	0,000
М-крезол	Лейкоциты ОАК	Понижение	–2,32 ± 0,022	0,77 ± 0,079	0,11	7,55	0,008
П-крезол	АОА	Понижение	–0,2 ± 0	58,29 ± 20,115	0,73	168,90	0,000
П-крезол	Билирубин прямой	Повышение	–1,81 ± 0	14,72 ± 0	0,63	107,23	0,000
П-крезол	МДА	Повышение	–0,2 ± 0	58,29 ± 0	0,73	168,90	0,000
Фенол	RDWc	Понижение	–0,57 ± 0,076	15,34 ± 16,707	0,21	14,08	0,000
Фенол	Абсолютное число эозинофилов	Понижение	–2,09 ± 0,069	14,79 ± 14,412	0,24	15,17	0,000
Фенол	АОА	Понижение	–0,73 ± 0,043	8,75 ± 8,765	0,13	8,73	0,004
Фенол	Эозинофильно-лимфоцитарный индекс	Повышение	–0,43 ± 0	48,24 ± 0	0,79	66,12	0,000

Установлен комплекс отклонений иммунологических показателей, характеризующих развитие негативных эффектов при повышенном уровне в крови м-крезола, о-крезола и / или фенола, включающий в себя: а) нарушения клеточного звена иммунитета – снижение активности фагоцитоза, угнетение экспрессии Т-хелперов и Т-активационных клеток ($0,24 \le R^2 \le 0,78$; $0,000 \le p \le 0,008$); б) нарушения гуморального звена иммунитета – угнетение содержания IgM ($R^2 = 0,76$, $p < 0,05$); в) наличие специфической чувствительности к компонентам факторной нагрузки (повышение содержания антител к фенолу); г) нарушение нейрогуморальной регуляции по критериям содержания кортизола и серотонина, достоверные по отношению к группе контроля и пр.

Врачебными осмотрами, сопровождаемыми лабораторными исследованиями, выявлено, что у детей из группы наблюдения в 1,5 раза чаще, чем у детей группы сравнения, фиксировалась патология нервной системы (75,7 против 49,1 %, $p \le 0,001$) с преобладанием в ее структуре вегетососудистых дистоний (40,1 против 35,2 %; $p = 0,49$). Более чем у трети детей (35,6 %) был выявлен неврозоподобный синдром (25,0 %), в то время как в группе сравнения эта патология обнаруживалась в 2,3 раза реже (10,7 %, $p < 0,01$). Установлены причинно-следственные связи заболеваемости детей из зоны экспозиции с повышенным содержанием в крови фенола: болезнями нервной системы ($R^2 = 0,03$; $F = 6,19$; $p = 0,01$), органов кровообращения ($R^2 = 0,99$; $F = 2479,17$; $p < 0,001$), пищеварительной ($R^2 = 0,22$; $F = 68,10$; $p < 0,001$) и мочевыделительной системы ($R^2 = 0,43$; $F = 169,52$; $p < 0,001$).

Результаты углубленных обследований и данные специального анкетирования позволили сделать вывод, что у 7 % детей выявлена вся совокупность признаков, которые позволили отнести заболевание к детерминированному факторами среды обитания (т.е. были соблюдены все критерии доказательности связи вреда здоровья с факторами среды обитания):

– каждый пациент постоянно проживал в зоне повышенной экспозиции и посещал детское дошкольное учреждение в этой же зоне;

– в крови у каждого ребенка были идентифицированы фенол и один из изомеров крезола на уровнях, достоверно более высоких, чем верхняя допустимая гра-

ница уровня сравнения ($M_i > M \pm m$), и у каждого ряд биохимических и иммунологических показателей, достоверно связанных с уровнями химических примесей в крови, превышали верхнюю (нижнюю границу) физиологической нормы (т.е. эффекты были выражены и наблюдались у нескольких лиц, были устойчивыми и биологически правдоподобными);

– диагноз «вторичное иммунодефицитное состояние» (D83.9) был выставлен с учетом системы клинических, лабораторных показателей и функциональных проб, клинических показателей, имеющих достоверные биологически оправданные связи с экспозицией (маркерами экспозиции), т.е. факт вреда был подтвержден комплексом показателей;

– данные анамнеза и результаты анкетирования родителей не показали наличие иных причин, которые могли бы быть основными в выявленных нарушениях здоровья.

Таким образом, вред здоровью на популяционном и в ряде случаев на индивидуальном уровне считали доказанным, что было признано в том числе представителями промышленного предприятия. По итогам санитарно-эпидемиологического расследования и экспертизы предприятие рассмотрело возможность перехода на технологии, исключающие применение фенол-крезольных лаков и покрытий.

Дети с нарушениями здоровья, детерминированными факторами среды обитания, получили специализированную медицинскую помощь по технологиям, учитывающим специфику воздействия.

Исследование по доказательству связи нарушений здоровья населения с уровнем акустического дискомфорта в зоне влияния крупного аэропорта было выполнено по общей принципиальной схеме [Клейн С.В., 2013с; 2018с].

Инструментальными и расчетными данными было доказано, что максимальные и среднемноголетние уровни шума превышали допустимые нормы на несколько километров по периметру аэропорта. Наибольшей зашумленностью (до 90 дБ – максимальный шум и 66,6 дБ – эквивалентный шум) характеризовались территории, располагающиеся в непосредственной близости к границе санзоны аэропорта. В целом параметры хронического шума на всех исследованных территориях превышали уровни, при которых, по данным научной литературы, могут возникать негативные эффекты в состоянии здоровья населения, в том числе в отношении нервной и сердечно-сосудистой системы, органов слуха (табл. 8.4.3).

Таблица 8.4.3

Уровни шума на исследованных территориях, прилегающих к аэропорту (2007–2012 гг.)

Показатель	Зона загрязнения			Территория сравнения (город)	ПДУ
	зона наибольшего приближения (1000 м от ВПП)	2–4 км от ВПП	4–6 км от ВВП		
Уровни максимального шума, дБ *	90,0	78,6	70,2	75,7	70,0
Эквивалентные уровни**, дБА	66,57 ± 7,25	61,5 ± 6,02	63,7 ± 6,37	59,9 ± 6,01	55,0

Примечание: * – максимальные значения 95%-ной обеспеченности; ** – средние значения.

Достижение высокого риска нарушений здоровья, детерминированных постоянной высокой шумовой экспозицией, у жителей территории, максимально приближенной к аэропорту, прогнозировали в возрасте около 47 лет, тогда как на территории сравнения высокий риск по данным расчетов не формировался. Длительная шумовая экспозиция на территории, расположенной по ходу взлетов и посадок самолетов под глиссадой (условная линия разворотов самолетов), формировала уме-

ренные риски для здоровья жителей к 20 годам, а высокие – к 57–58 годам. Удаление от аэропорта в исследованных пределах снижало риски развития нарушений здоровья, связанных с акустическим внешнесредовым фактором.

По данным обращаемости населения за медицинской помощью и результатам расчета величины отношения шансов (*OR*), как показателя наличия причинно-следственной связи между заболеваемостью и проживанием в условиях воздействия, установлено, что у детей из зон загрязнения достоверно выше вероятность иметь заболевания системы кровообращения (*OR* = 1,52), центральной и вегетативной нервной системы (*OR* = 1,2–1,36), болезней уха и сосцевидного отростка (*OR* = 1,02). У взрослого населения из зон повышенной химической и шумовой экспозиции вероятность иметь заболевания центральной нервной системы была в 1,9 раза выше, чем на территории сравнения, в целом нарушений нервной системы – в 1,7 раза выше. Данные хорошо корреспондировались с результатами оценки риска для здоровья. У детей из зон воздействия выявлены достоверно более высокие, чем на территории сравнения, уровни когнитивных нарушений (0,01 сл./1000 при отсутствии таких заболеваний в зоне сравнения) и большая распространенность расстройств вегетативной нервной системы (0,72 сл./1000 при 0,22 сл./1000 в зоне сравнения). В год исследования диагноз «кондуктивная и нейросенсорная потеря слуха» по данным ФОМС выставлен только детям из зон повышенного шумового загрязнения. У взрослых жителей в возрасте 18–50 лет, постоянно проживающих в исследованных зонах и в зоне сравнения, случаи кондуктивной и нейросенсорной потери слуха за исследованный год по данным ФОМС были зарегистрированы только у жителей, постоянно проживающих на границе санзоны (6 случаев, или 0,19 сл./1000 человек). У лиц старше 50 лет, проживавших в непосредственной близости к границе санзоны, этот диагноз регистрировали с частотой 2,78 сл./1000 при показателе в зоне сравнения – 0,02 сл./1000. При этом в ходе социологического опроса 13,2 % респондентов из зоны наблюдения и 2,3 % – из зоны сравнения указывали, что испытывают крайнее беспокойство, вызванное авиационным шумом; жители территорий, приближенных к аэропорту, ежедневно обращают внимание на шум, производимый самолетами в 2,5 раза чаще, чем на территории сравнения ($p < 0,05$); в целом отмечен высокий уровень толерантности жителей зашумленных территорий к авиационному шуму, возникшей за продолжительное время проживания на исследуемой территории.

Исследование функционального состояния слухового анализатора методом аудиометрии у детей группы наблюдения позволило установить снижение относительно группы сравнения уровня слухового восприятия от 1,0 до 7,0 дБ, преимущественно на частотах 125–1500 Гц ($p \leq 0,05$). Наиболее значимое снижения уровня слуха до 9,7 и 7,3 дБ регистрировали у детей, постоянно проживающих и посещающих детские сады в зонах наибольшего акустического дискомфорта.

В ходе врачебных осмотров, функциональных и инструментальных исследований детей из зон наблюдения и сравнения установлено, что в структуре выявленных заболеваний у детей из зон повышенной шумовой экспозиции (группы наблюдения) преобладала функциональная патология нервной системы, которая в 1,8 раза превышала таковую в группе сравнения. Заболевания нервной системы выявлены у 50,7 % детей, расстройства вегетативной нервной системы (G90.0) – у 13,7 %. У детей, посещающих ДОУ в зоне максимальной шумовой экспозиции, в 9,5 % случаев выявлены различные формы нарушения сна, что в 2,0 раза выше, чем у детей из зоны сравнения ($p < 0,05$). Заболевания сердечно-сосудистой системы обнаружены в группах наблюдения у 41,2 %, что в 1,4 раза чаще, чем в группе сравнения (29,2 %) ($p < 0,05$).

Подтверждение реализации рисков, обусловленных шумовым фактором, было особенно выражено у взрослого населения. Так, анализ заболеваемости взрослого населения до 50 лет показал, что приоритетными нозологическими формами болезней анализируемых зон в порядке убывания являются – гипертензивная болезнь, расстройства вегетативной нервной системы, симптомы повышения кровяно-

го давления при отсутствии диагноза гипертонии. Наиболее высокие уровни заболеваемости, вероятно, обусловленной шумовым фактором, были зарегистрированы в зоне наибольшего приближения к аэропорту по следующим нозологическим формам: симптомы повышения кровяного давления, при отсутствии диагноза гипертонии, гипертензивная болезнь, когнитивная и нейросенсорная потеря слуха. Показатели заболеваемости по данным нозологическим формам достоверно превышали аналогичные в зоне сравнения. У взрослых жителей в возрасте 18–50 лет, постоянно проживающих в исследованных зонах и зонах сравнения, случаи кондуктивной и нейросенсорной потери слуха за анализируемый период (2011–2012 гг.) по данным ФОМС были зарегистрированы только у жителей, постоянно проживающих не далее 1000 м от взлетно-посадочной полосы.

Анализ заболеваемости взрослого населения в возрасте старше 50 лет показал, что приоритетными нозологическими формами болезней анализируемых зон являются гипертензивная болезнь, хроническая ишемическая болезнь сердца, стенокардия (табл. 8.4.4).

Таблица 8.4.4

Заболеваемость взрослого населения в возрасте старше 50 лет, вероятно, обусловленная воздействием шумового фактора, сл./1000

Показатель	Зона наибольшего приближения (1000 м от ВПП)	2–4 км от ВПП	4–6 км от ВВП	Территория сравнения (город)
Гипертензивная болезнь	**3,48 ± 0,005**	**0,99 ± 0,001**	0,77 ± 0,011	0,51 ± 0,002
Хроническая ишемическая болезнь сердца	**1,88 ± 0,004**	0,62 ± 0,002	0,93 ± 0,012	0,63 ± 0,002
Стенокардия	**0,2 ± 0,001**	0,16 ± 0,001	0	0,10 ± 0,001
Кондуктивная и нейросенсорная потеря слуха	**0,98 ± 0,003**	**0,05 ± 0,001**	0	0,01 ± 0
Расстройства вегетативной нервной системы	**0,02 ± 0**	0,01 ± 0	0	0,01 ± 0

Примечание: жирным шрифтом выделена достоверность различий с территорией сравнения ($p \leq 0,05$).

Исследование функционального состояния слухового анализатора методом аудиометрии у детей группы наблюдения позволило установить снижение относительно группы сравнения уровня слухового восприятия от 1,0 до 7,0 дБ, преимущественно на частотах 125–1500 Гц ($p \leq 0,05$). Так, у детей в возрасте 4–7 лет, постоянно проживающих и посещающих детские дошкольные учреждения в зоне наибольшего приближения к взлетно-посадочной полосе, нижний уровень слухового восприятия на частоте 125 Гц составлял 23,5 дБ. При этом у 65 % детей этот показатель колебался в диапазоне от 23,5 до 17,0 дБ, притом, что у детей из группы сравнения (тихая зона) средний показатель составлял 13,8 дБ.

Таким образом, вред был доказан:

– идентификацией выраженного фактора опасности и проживанием (длительным пребыванием) людей под экспозицией данного фактора;

– установленным уровнем риска для здоровья, превышающим приемлемые границы, в условиях зарегистрированной шумовой экспозиции;

– регистрацией повышенного уровня заболеваемости детского и взрослого населения преимущественно болезнями нервной системы, сердечно-сосудистой системы, органов слуха;

– наличием достоверных связей между повышенной заболеваемостью населения с факторами внешней среды;

– выявлением достоверно более частых случаев повышения нижнего уровня слухового восприятия у детей из зон повышенной шумовой нагрузки.

Доказательство реализации рисков является еще одним аргументом в пользу расширения практики данной методологии в задачах гигиенической оценки. Углубленные медико-биологические и эпидемиологические исследования – трудоемкие, дорогостоящие виды деятельности, которые не всегда могут применяться в практике санитарного надзора, расследований и экспертиз. Оценка риска с использованием надежных, верифицированных математических моделей и корректно выполненной оценкой экспозиции во многих случаях может существенно облегчить принятие решений, в том числе при реализации конституционно закрепленного права граждан на возмещение вреда здоровью, нанесенного неблагоприятной средой обитания.

Список сокращений

МУК – Методические указания
IARC – Международное агентство по изучению рака
RfC – референтная концентрация
ГХ – газовая хроматография
ВЭЖХ – высокоэффективная жидкостная хроматография
$PM_{2.5}$ и PM_{10} – мелкодисперсные фракции пыли
ИСП-МС – масс-спектрометрический метод с индуктивно связанной плазмой
РЗЭ – редкоземельные элементы
АФА-ХА, АФА-ХП – аэрозольные фильтры
NDEA – N-нитрозодиэтиламин
NDPA – N-нитрозоди-н-пропиламин
NPyr – N-нитрозопирролидин
NPip – N-нитрозопиперидин
ПДК – предельно допустимая концентрация
ТФЭ – твердофазная экстракция
MRM – режим мониторинга множественных реакций
ХОС – хлорорганические соединения
БП – бенз(а)пирен
ГХ/МС-ЭИ – метод газовой хроматографии/масс-спектрометрии с электронной ионизацией
МТБЭ – метил-трет-бутиловый эфир
NIST 08.L – библиотека масс-спектральных данных
ТР ТС – Технический регламент Таможенного союза
ВЭЖХ/МС – высокоэффективная жидкостная хромато-масс-спектрометрия
ФУ – региональный фоновый уровень

Список литературы к главе 8

Авалиани, С.Л. Использование зависимости «концентрация – статус организма» для оценки воздействия комплекса атмосферных загрязнений / С.Л. Авалиани, М.М. Андрианова, А.В. Вотяков [и др.] // Гигиена и санитария. – 1992. – № 2. – С. 4–6.

Ананьев, В.Ю. Факторы риска среды обитания, влияющие на здоровье населения Приморского края / В.Ю. Ананьев // Здравоохранение Российской Федерации. – 2011. – № 4. – С. 13а.

Антошина, Л.И. Биохимические маркеры воздействия вибрации на организм работающих и их критериальная оценка / Л.И. Антошина, Н.А. Павловская // Медицина труда и промышленная экология. – 2009. – № 12. – С. 22–27.

Аршакуни, В.Л. От системы ХАССП – к системе менеджмента безопасности пищевой продукции по ИСО 22000 / В.Л. Аршакуни // Стандарты и качество. – 2008. – № 2.– С. 88–89.

Байдина, А.С. Биохимические маркеры метаболического синдрома у рабочих предприятия нефтедобычи при воздействии химических факторов / А.С. Байдина, В.Б. Алексеев, О.А. Маклакова, А.Е. Носов // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2014. – Т. 13, № 2S. – С. 13–13а.

Балашов, С.Ю. Математический аппарат установления региональных фоновых уровней содержания вредных веществ в биологических средах детского населения / С.Ю. Балашов, Д.А. Кирьянов // Здоровье семьи – 21 век. – 2010. – № 3 (3). – С. 3.

Баранов, А.А. Основные закономерности морфофункционального развития детей и подростков в современных условиях / А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Н.А. Скоблина, О.Ю. Милушкина, Н.А. Бокарева // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2012. – № 12. – С. 35–40.

Бойко, Ю.А. Производство экологически чистой высокооктановой добавки к бензину / Ю.А. Бойко, К.В. Баклашов // ХТТМ. – 2002. – № 3. – С. 15–17.

Борисов, В.А. Экологические проблемы накопления нитратов в окружающей среде / В.А. Борисов. – М.: Просвещение, 2005. – С. 24.

Васильева, М.И. Могут ли российские граждане получить компенсацию за экологический вред, причиняемый их здоровью? / М.И. Васильева [Электронный ресурс]. – 2000. – URL: http://ineca.ru/?dr=bulletin/arhiv/0060&pg=003 (дата обращения: 07.08.2023).

Вековшинина, С.А. Качество среды обитания и риск здоровью населения, проживающего под воздействием выбросов предприятий цветной металлургии и деревообрабатывающей промышленности / С.А. Вековшинина, С.В. Клейн И.Г. Жданова-Заплесвичко, К.В. Четверкина // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 1. – С. 29–34.

Вековшинина, С.А. Оценка качества среды обитания и рисков для здоровья населения г. Закаменска – территории длительного хранения отходов Джидинского вольфрамо-молибденового комбината / С.А. Вековшинина, С.В. Клейн, С.С. Ханхареев, Л.В. Макарова, Е.В. Мадеева, А.А. Болошинова // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 1. – С. 15–20.

Величковский, Б.Т. Молекулярные и клеточные механизмы защиты органов дыхания от неблагоприятного воздействия / Б.Т. Величковский // Гигиена и санитария. – 2001. – № 5. – С. 16–20.

Власов, В.Н. Реакция сердечно-сосудистой системы на сочетанное воздействие химических и физических факторов малой интенсивности / В.Н. Власов // Бюллетень Научного совета «Медико-экологические проблемы работающих». – 2006. – № 1. – С. 47–52.

ВОЗ, 2002. Глобальная стратегия ВОЗ в области безопасности пищевых продуктов. Более безопасная пища ради лучшего здоровья. – ВОЗ. Женева, 2002. – 34 с.

ВОЗ, 2006. Рекомендации ВОЗ по качеству воздуха, касающихся твердых частиц, озона, двуокиси азота и двуокиси серы в 2005 г. [Электронный ресурс]. – URL: https://kurl.ru/odKzW (дата обращения: 25.09.2023).

Воробьев, В.А. К вопросу о понятии и содержании права человека на компенсацию вреда, причиненного жизни и здоровью / В.А. Воробьев // Право и государство: теория и практика. – 2008. – № 1. – С. 37–39.

Воробьева, Н.Ю. Молекулярные и клеточные маркеры индивидуальной чувствительности человека к воздействию ионизирующего излучения: автореф. дис. … канд. биол. наук / Н.Ю. Воробьева; Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (МГУ). – М., 2007.

Галевский, Г.В. Экология и утилизация отходов в производстве алюминия / Г.В. Галевский, Н.М. Кулагин, М.Я. Минцис. – М.: Наука, 2005. – 268 с.

Галиуллина, Э.Ф. Биохимические маркеры воздействия производственных загрязнителей на организм работников резиновой и резинотехнической промышленности / Э.Ф. Галиуллина, Р.Ф. Камилов, Д.Ф. Шакиров, Р.Т. Буляков // Казанский медицинский журнал. – 2013. – Т. 94, № 5. – С. – 661–667.

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

Горбанев, С.А. К вопросу организации обеспечения населения Кировского района Ленинградской области доброкачественной питьевой водой / С.А. Горбанев, Л.Е. Белова, А.А. Девяткина, О.А. Величко, В.Н. Алчиев, Т.П. Белоусова // Профилактическая и клиническая медицина. – 2014. – № 4 (53). – С. 15–19.

Горбанев, С.А. Особенности формирования нарушений здоровья у горняков подземных рудников Кольского Заполярья / С.А. Горбанев, С.А. Сюрин // Профилактическая и клиническая медицина. – 2017. – № 4 (65). – С. 12–19.

Горбанев, С.А. Применение принципов доказательности при оценке причинной связи нарушений здоровья населения с воздействием вредных химических веществ в окружающей среде / С.А. Горбанев, В.П. Чащин, К.Б. Фридман, А.Б. Гудков // Экология человека. – 2017. – № 11. – С. 10–17.

Долгих, О.В. Иммунные и ДНК маркеры воздействия техногенной нагрузки / О.В. Долгих, А.В. Кривцов, Р.А. Харахорина, Д.В. Ланин // Вестник Уральской медицинской академической науки. – 2012. – № 4 (41). – С. 240–241.

Другов, Ю.С. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей / Ю.С. Другов, В.В. Майстренко, В.А. Клюев. – М. – 2004. – 323 с.

Ермолаева, А.А. Оценка воздействия промышленного предприятия на среду обитания и здоровье населения / А.А. Ермолаева, А.Г. Сетко, У.З. Зинуллин // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2013. – № 12 (161). – С. 139–143.

Журков, В.С. Анализ хромосомных аберраций в лимфоцитах крови женщин, контактирующих с диоксинами / В.С. Журков, Л.Д. Катосова, В.И. Платонова, Ю.А. Ревазова, Б.А. Ревич // Токсикологический вестник. – 2000. – № 2. – С. 2–6.

Зайцева, Н.В. Воздействие факторов окружающей среды на репродуктивное здоровье работающих женщин фертильного возраста / Н.В. Зайцева, В.Б. Алексеев, Д.А. Кирьянов // Экология человека. – 2005. – № 6. – С. 56–59.

Зайцева, Н.В. Идентификация и количественное хромато-масс-спектрометрическое определение токсичных химических соединений (N-нитрозоамины, фталаты) в пищевых продуктах для детского питания / Н.В. Зайцева, Т.С. Уланова, Т.В. Нурисламова, Н.А. Попова, О.А. Мальцева // Вопросы питания. – 2022b. – Т. 91, № 3. – С. 107–114.

Зайцева, Н.В. К вопросу установления и доказательства вреда здоровью населения при выявлении неприемлемого риска, обусловленного факторами среды обитания / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн // Анализ риска здоровью. – 2013b. – № 2. – С. 14–26.

Зайцева, Н.В. К практике доказывания вреда здоровью населения на популяционном и индивидуальном уровнях при воздействии вредных факторов среды обитания / Н.В. Зайцева, Э.В. Седусова, С.В. Клейн // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015a. – Т. 17, № 5 (2). – С. 457–463.

Зайцева, Н.В. Контроль содержания высокотоксичных N-нитрозаминов (N-нитрозодиметиламин и N-нитрозодиэтиламин) в детских кашах / Н.В. Зайцева, Т.С. Уланова, Т.В. Нурисламова, Г.И. Терентьев, К.С. Ершова, О.А. Мальцева // Вопросы питания. – 2016b. – Т. 85, № 3. – С. 82–90.

Зайцева, Н.В. Концептуальные и методические аспекты повышения эффективности контрольно-надзорной деятельности на основе оценки опасности объекта с позиций риска причинения вреда здоровью населения / Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов, А.С. Сбоев, Е.Е. Андреева // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – № 12. – С. 4–7.

Зайцева, Н.В. Медико-биологические показатели состояния здоровья населения в условиях комплексного природно-техногенного загрязнения окружающей среды / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.Ю. Балашов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11, № 1–6. – С. 1144–1148.

Зайцева, Н.В. Методические особенности определения метил-трет-бутилового эфира в крови с использованием хромато-масс-спектрометрии / Н.В. Зайцева, Т.С. Уланова, Т.В. Нурисламова, О.А. Мальцева // Гигиена и санитария. – 2016a. – Т. 95, № 2. – С. 215–218.

Зайцева, Н.В. Методические подходы к оценке риска воздействия разнородных факторов среды обитания на здоровье населения на основе эволюционных моделей / Н.В. Зайцева, П.В. Трусов, П.З. Шур, Д.А. Кирьянов, В.М. Чигвинцев, М.Ю. Цинкер // Анализ риска здоровью. – 2013a. – № 1. – С. 15–23.

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

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

Зайцева, Н.В. Некоторые аспекты развития нейротоксических эффектов при воздействии нейротропных химических веществ / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, Ю.А. Кольдибекова, Е.В. Пескова // Экология человека. – 2020. – № 3. – С. 47–53.

Зайцева, Н.В. Обоснование биомаркеров экспозиции и эффекта в системе доказательства причинения вреда здоровью при выявлении неприемлемого риска, обусловленного факторами среды обитания / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, К.П. Лужецкий, С.В. Клейн // Вестник Пермского университета. – 2016. – № 4. – С. 374–378.

Зайцева, Н.В. Обоснование концентраций в крови фенола и алкилфенолов (о-м-п крезолы), обеспечивающих приемлемый уровень риска для здоровья населения // Н.В. Зайцева, Т.С. Уланова, Т.В. Нурисламова, Н.А. Попова, В.М. Митрофанова // Гигиена и санитария. – 2011a. – № 1. – С. 88–91.

Зайцева, Н.В. Опыт установления и доказывания вреда здоровью населения вследствие потребления питьевой воды, содержащей продукты гиперхлорирования / Н.В. Зайцева, И.В. Май, Э.В. Седусова, С.В. Клейн // Здоровье населения и среда обитания. – 2015b. – № 12. – С. 16–19.

Зайцева, Н.В. Особенности элементного состава цельной крови неэкспонированного детского населения Западного Урала / Н.В. Зайцева, Т.С. Уланова, Г.А. Вейхман, Е.В. Стенно, А.В. Недошитова // Гигиена и санитария. – 2019a. – Т. 98, № 12. – С. 1408–1413.

Зайцева, Н.В. Применение метода масс-спектрометрии для оценки содержания эссенциальных и токсичных элементов в крови неэкспонированного взрослого населения Российской Федерации / Н.В. Зайцева, Т.С., Уланова А.В. Недошитова, Г.А. Вейхман, М.В. Волкова, Е.В. Стенно // Экология человека.– 2022a. – Т. 29, № 7.– С. 481–491.

Зайцева, Н.В. Разработка и использование метода хромато-масс-спектрометрии для количественного определения летучих N-нитрозоаминов в копченых мясных продуктах / Н.В. Зайцева, Т.С. Уланова, Т.В. Нурисламова, Н.А. Попова, О.А. Мальцева // Вопросы питания. – 2018a. – № 5. – С. 102–110.

Зайцева, Н.В. Роль химических факторов риска в развитии соматической патологии у населения селитебных территорий алюминиевого и целлюлозно-бумажного производства / Н.В. Зайцева, О.Ю. Устинова, М.А. Землянова, И.Г. Жданова-Заплесвичко, К.П. Лужецкий, О.А. Маклакова, С.В. Клейн // Медицина труда и промышленная экология. – 2017. – № 6. – С. 1–5.

Зайцева, Н.В. Сравнительная оценка результатов исследования контаминации n-нитрозоаминами консервированных мясорастительных продуктов для детского питания разными методами в России и во Вьетнаме / Н.В. Зайцева, Чан Тао Шон, Буи Тао Тиен, Т.С. Уланова, Т.В. Нурисламова, О.А. Мальцева // Вопросы питания. – 2019b. – Т. 88, № 5. – С. 93–102.

Зайцева, Н.В. Характеристика лимфоцитарного звена у детей, проживающих на техногенно измененных территориях / Н.В. Зайцева, О.В. Долгих, Д.Г. Дианова // Лаборатория. – 2011b. – № 1. – С. 10.

Зеленкин, С.Е. Результаты исследования по определению отправных точек для установления максимального допустимого уровня короткоцепочечных фталатов, поступающих с молоком, упакованным в полимерную и полимерсодержащую тару / С.Е. Зеленкин, П.З. Шур, Т.С. Уланова, Т.Д. Карнажицкая // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: материалы IX Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием; под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2019. – С. 251–254.

Землянова, М.А. Биомаркеры экспозиции и негативных эффектов для задач гигиенических оценок и экспертиз / М.А. Землянова // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: сб. матер. IX Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием; под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2019. – С. 595–598.

Землянова, М.А. Биохимические маркеры негативных эффектов у детей при воздействии хлорорганических соединений, поступающих в организм с питьевой водой / М.А. Землянова, Н.Е. Федорова, Ю.В. Кольдибекова // Здоровье населения и среда обитания. – 2011. – № 9. – С. 33–37.

Землянова, М.А. Обоснование клеточно-молекулярных, системных маркеров негативных эффектов при воздействии химических и физических факторов риска / М.А. Землянова // Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием; в 2 т. / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – 2016. – Т. 1. – С. 86–91.

Землянова, М.А. Биохимические показатели липидного обмена у работников, занятых в производстве продукции из редкоземельных металлов / М.А. Землянова, Е.В. Пескова, Ю.В. Кольдибекова, А.В. Недошитова, В.М. Ухабов // Гигиена и санитария. – 2023. – Т. 102, № 5. – С. 433–438.

Зорина, А.С. Определение мелкодисперсных фракций взвешенных частиц в атмосферном воздухе территорий с различной антропогенной нагрузкой / А.С. Зорина, А.А. Крылов, Е.А. Сухих, Т.С. Уланова // Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения – 2022: мат. всеросс. научно-практич. интернет-конф. молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с междунар. уч-ем; под рд. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2022. – С. 66–70.

Исидоров, В.А. Введение в химическую экотоксикологию / В.А. Исидоров. – СПб.: Химиздат, 1999. – 134 с.

Кадырмаева, Д.Р. Клиническое значение комплекса факторов среды обитания в распространенности острых нарушений мозгового кровообращения: автореф. дис. … канд. мед. наук / Д.Р. Кадырмаева; Оренбургская государственная медицинская академия. – Оренбург, 2004. – 24 с.

Кашлева, Е.А. Биологические маркеры – показатели воздействия факторов окружающей среды / Е.А. Кашлева, Л.П. Игнатьева, В.Б. Дорогова, М.О. Потапова // Сибирский медицинский журнал (г. Иркутск). – 2011. – Т. 107, № 8. – С. 65–67.

Клейн, С.В. Методология гигиенического анализа условий причинения вреда здоровью человека при нарушении законодательства в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в результате хозяйственной дея-

тельности субъектов с различными профилями внешнесредового риска / С.В. Клейн. – Пермь, 2018с. – 408 с.

Клейн, С.В. Анализ причинно-следственных связей уровней биологических маркеров экспозиции тяжелых металлов с их персонифицированной дозовой нагрузкой в зоне влияния отходов крупного металлургического комбината / С.В. Клейн, С.А. Вековшинина, С.Ю. Балашов, М.Р. Камалтдинов, Н.Г. Атискова, А.В. Недошитова, С.С. Ханхареев, Е.В. Мадеева // Гигиена и санитария. – 2017a. – Т. 96, № 1. – С. 29–35.

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

Клейн, С.В. Апробация методических подходов к оценке пространственного распределения ингаляционного риска здоровью населения при воздействии химических факторов для задач социально-гигиенического мониторинга / С.В. Клейн // Актуальные вопросы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения на уровне субъекта федерации: сборник материалов межрегиональной научно-практической интернет-конференции; под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь, 2017b. – С. 165–171.

Клейн, С.В. Вопросы формирования доказательной базы вреда здоровью населения в условиях экологического неблагополучия / С.В. Клейн, Н.В. Зайцева, И.В. Май // Охрана окружающей среды и природопользование. – 2013a. – № 2. – С. 28–32.

Клейн, С.В. Гигиеническая оценка канцерогенного риска здоровью населения, проживающего в зоне влияния мест складирования отходов горно-обогатительного комбината / С.В. Клейн, С.А. Вековшинина, С.Ю. Балашов, В.А. Хорошавин, В.М. Ухабов // Гигиена и санитария. – 2018a. – Т. 97, № 1. – С. 10–15.

Клейн, С.В. Канцерогенный риск для здоровья населения при использовании питьевых вод различных геохимических провинций Пермского края / С.В. Клейн, И.В. Май, Е.В. Маркова, И.В. Ширяева // Экологические проблемы антропогенной трансформации городской среды: материалы научно-практической конференции. – Пермь, 2013b. – С. 244–247.

Клейн, С.В. Опыт сопряжения расчетных и инструментальных данных при мониторинге атмосферного воздуха / С.В. Клейн // Здравоохранение Российской Федерации. – 2011. – № 4. – С. 26.

Клейн, С.В. Опыт формирования доказательной базы вреда здоровью населения в условиях загрязнения питьевой воды хлорорганическими соединениями [Электронный ресурс] / С.В. Клейн, Э.В. Седусова, Т.М. Лебедева, В.Г. Новоселов // Здоровье семьи – 21 век. – 2015a. – № 3. – С. 38–54. – URL: http://www.fh-21.perm.ru/arhiv.php?num=25 (дата обращения: 07.08.2023).

Клейн, С.В. Особенности нарушения здоровья детского населения, проживающего в условиях сочетанного воздействия физических (шум) и химических факторов риска, обусловленных деятельностью аэропорта // С.В. Клейн, К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, Д.Н. Кошурников, С.А. Вековшинина, В.Н. Чигвинцев // Актуальные вопросы медицины: материалы VII Международной научно-практической конференция и спутникового форума по общественному здоровью и политике здравоохранения. – 2018b. – Т 5. – С. 48.

Клейн, С.В. Оценка пылевого загрязнения атмосферного воздуха с учетом фракционного состава частиц как фактора риска здоровью населения промышленной территории [Электронный ресурс] / С.В. Клейн, С.Ю. Загороднов, А.А. Кокоулина, Е.В. Попова, В.Г. Новоселов // Здоровье семьи – 21 век. – 2015b. – № 4. – С. 45–61. – URL: https://doi.org/10.14501/fh-21-2015-4-45-61 (дата обращения: 07.08.2023).

Клейн, С.В. Оценка шумовой экспозиции и связанного с ней риска здоровью населения, проживающего в зоне влияния аэропорта / С.В. Клейн, Д.Н. Кошурников //

Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013с. – Т. 15, № 3 (6). – С. 1806–1812.

Клейн, С.В. Приоритетные факторы риска питьевой воды и связанный с этим экономический ущерб / С.В. Клейн, С.А. Вековшинина, А.С. Сбоев // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 1. – С. 10–14.

Клейн, С.В. Пространственный анализ в задаче формирования доказательной базы вреда здоровью при воздействии факторов среды обитания / С.В. Клейн, С.А. Вековшинина, С.Ю. Балашов, А.А. Кокоулина // Здоровье населения и среда обитания. – 2017с. – № 10 (295). – С. 9–13.

Клиническое руководство по лабораторным тестам; под ред. проф. Норберта У. Тица; пер. с англ. под ред. В.В. Меньшикова. – М.: ЮНИМЕД-пресс, 2003. – 960 с.

Красовский, Г.Н. Хлорирование воды как фактор повышенной опасности для здоровья населения / Г.Н. Красовский, Н.А. Егорова // Гигиена и санитария. – 2003. – № 1. – С. 17–21.

Кузьмин, С.В. Факторы риска среды обитания и здоровье новорожденных детей в районах размещения предприятий алюминиевой промышленности / С.В. Кузьмин, В.Б. Гурвич, Э.Г. Плотко, К.П. Селянкина, Н.П. Макаренко // Системная интеграция в здравоохранении. – 2009. – № 1. – С. 40–44.

Кучма, В.Р. Гигиеническая оценка влияния средовых факторов на функциональные показатели школьников / В.Р. Кучма, О.Ю. Милушкина, Н.А. Бокарева, В.Ю. Детков, Д.М. Федотов // Гигиена и санитария. – 2013. – № 5. – С. 91–94.

Лапко, И.В. Выбор информативных биомаркеров для ранней диагностики профессиональных неврологических заболеваний / И.В. Лапко // Гигиена и санитария. – 2021. – Т. 100, № 9. – С. 953–958.

Лифшиц, Б.М. Биохимические анализы в клинике: справочник / Б.М. Лифшиц, В.Н. Сидельникова. – М.: МИА, 1998. – 303 с.

Лужецкий, К.П. Гигиенический анализ риска нарушений липидного обмена у населения, проживающего в условиях многосредовой экспозиции кадмием и мышьяком / К.П. Лужецкий, С.В. Клейн, С.А. Вековшинина, М.Ю. Цинкер // Медицина труда и промышленная экология. 2016. – № 12. – С. 25–29.

Лужецкий, К.П. Нарушения жирового и углеводного обмена у детей, потребляющих питьевую воду ненормативного качества / К.П. Лужецкий, О.А. Маклакова, Л.Н. Палагина // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 1. – С. 66–70.

Лужецкий, К.П. Оценка индивидуального риска метаболических нарушений у детей при экспозиции хлороформом с питьевой водой / 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.

Любчеко, П.Н. Маркеры воздействия асбеста у рабочих / П.Н. Любчеко, В.В. Массарыгин, А.В. Черняк, Е.И. Вяткина, Ю.С. Лебедин, Э.И. Тужиков, Ж.К. Науменко, Е.Б. Широкова, Г.А. Болток, Г.В. Неклюдова // Медицина труда и промышленная экология. – 2006. – № 5. – С. 29–33.

Май, И.В. Алгоритм и методы санитарно-эпидемиологического расследования нарушений прав граждан на благоприятную среду обитания с этапом оценки риска для здоровья / И.В. Май, В.А. Хорошавин, В.С. Евдошенко // Здоровье населения и среда обитания. – 2010. – № 11. – С. 28–30.

Май, И.В. Опыт доказательства вреда здоровью населения при воздействии факторов среды обитания / И.В. Май, С.В. Клейн, Э.В. Седусова // Здоровье и окружающая среда. – 2015. – Т. 1, № 25. – С. 59–63.

Май, И.В. Опыт установления и доказывания в досудебном и судебном порядке вреда здоровью, наносимого использованием питьевой воды с продуктами гиперхлорирования / И.В. Май, Э.В. Седусова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16, № 5–2. – С. 902–906.

Май, И.В. Установление и доказательство вреда здоровью гражданина, наносимого негативным воздействием факторов окружающей среды / И.В. Май, Н.В. Зай-

цева, С.В. Клейн, Э.В. Седусова // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 11. – С. 4–7.

Маймулов, В.Г. Основы системного анализа в эколого-гигиенических исследованиях / В.Г. Маймулов, С.В. Нагорный, А.В. Шаюров. – СПб., 2001. – 418 с.

Малыгина, Л.С. Справочник по основным физиологическим параметрам и лабораторному обследованию детей: методические рекомендации для педиатров и слушателей ФУВ / Л.С. Малыгина. – Пермь, 1997. – 93 с.

Милушкина, О.Ю. Ведущие факторы риска нарушения морфофункционального состояния организма детей и подростков / О.Ю. Милушкина, Ю.П. Пивоваров, Н.А. Скоблина, Н.А. Бокарева // Профилактическая и клиническая медицина. – 2014. – № 2 (51). – С. 26–31.

Милушкина, О.Ю. Особенности формирования морфофункционального состояния современных школьников / О.Ю. Милушкина, Н.А. Бокарева // Здравоохранение Российской Федерации. – 2013. – № 5. – С. 37–38.

МР 1.2.2028–05. Использование неинвазивных методов контроля антиокислительного баланса организма в мониторинговых гигиенических исследованиях: методические рекомендации. – Вып. 2, ч. 1. – М., 2005.

МР 2.1.10.0059-12. Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума: методические рекомендации. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2012. – 40 с.

МР 5.1.0116–17. Риск-ориентированная модель контрольно-надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия. Классификация хозяйствующих субъектов, видов деятельности и объектов надзора по потенциальному риску причинения вреда здоровью человека для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий: методические рекомендации. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2017. – 31 с.

МУ 2.1.10.2809-10. Использование биологических маркеров для оценки загрязнения среды обитания металлами в системе социально-гигиенического мониторинга: методические указания. – М., 2010.

МУ 2.1.10.3165-14. Порядок применения результатов медико-биологических исследований для доказательства причинения вреда здоровью населения негативным воздействием химических факторов среды обитания: методические указания. – М., 2014.

МУК 4.1.3478–17 Методика измерений содержания летучих N-нитрозоаминов (N-нитрозодиметиламин, N-нитрозодиэтиламин) в молочной продукции (детские каши) хромато-масс-спектрометрическим методом // Определение химических соединений и элементов в биологических средах, молочной продукции и объектах окружающей среды: сборник методических указаний. – М., 2018. – Вып. 2. – С. 55–70.

МУК 4.1.2115-06 Определение массовой концентрации хлороформа, 1,2-дихлорэтана, тетрахлорметана в биосредах (кровь) методом газохроматографического анализа равновесного пара // Определение вредных веществ в биологических средах: сборник методических указаний. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2008. – С. 162–173.

МУК 4.1.2956-11 Определение массовой концентрации 1,3-бутадиена (дивинила) в атмосферном воздухе методом капиллярной газовой хроматографии: методические указания. – М., 2011.

МУК 4.1.3038-12 Измерение массовой концентрации акрилонитрила в атмосферном воздухе методом капиллярной газовой хроматографии: методические указания. – М., 2012.

МУК 4.1.3039-12 Измерение массовой концентрации этилена оксида (оксиран) в атмосферном воздухе методом капиллярной газовой хроматографии: методические указания. – М., 2012.

МУК 4.1.3040-12 Определение массовой концентрации бенз(а)пирена в крови методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: методические указания. – М., 2012.

МУК 4.1.3041-12 Определение массовой концентрации нитрат-ионов в моче методом капиллярного электрофореза: методические указания. – М., 2012.

МУК 4.1.3160-14. Измерение массовых концентраций фталатов (диметилфталата, диэтилфталата, дибутилфталата, бензилбутилфталата, ди(2-этилгексил)фталата) в молоке методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: методические указания. – М., 2014.

МУК 4.1.3161-14. Измерение массовых концентраций свинца, кадмия, мышьяка в крови методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой: методические указания. – М., 2014.

МУК 4.1.3230-14. Измерение массовых концентраций химических элементов в биосредах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой: методические указания. – М., 2014.

МУК 4.1.3242-14 Измерение массовой концентрации мелкодисперсных частиц $PM_{2.5}$ и PM_{10} в атмосферном воздухе с использованием метода лазерной дифракции: методические указания. – М., 2014.

МУК 4.1.3356-16 Измерение массовой концентрации акролеина в атмосферном воздухе методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: методические указания. – М., 2016.

МУК 4.1.3479-17 Измерение массовых концентраций N-нитрозоаминов (N-нитрозодиметиламин, N-нитрозодиэтиламин) в крови методом капиллярной газовой хроматографии // Определение химических соединений и элементов в биологических средах, молочной продукции и объектах окружающей среда: сборник методических указаний. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. – Вып. 2. – С. 71–783.

МУК 4.1.3480-17 Измерение массовых концентраций химических элементов (кадмий, свинец, мышьяк, ртуть) в молоке и молочных продуктах методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой: методические указания. – М., 2017.

МУК 4.1.3481-17 Измерение массовых концентраций химических элементов в атмосферном воздухе методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой: методические указания. – М., 2017.

МУК 4.1.3587-19 Измерение массовых концентраций фталевой и фумаровой кислот в воздухе рабочей зоны методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: методические указания. – М., 2019.

МУК 4.1.3588-19 Измерение содержания N-нитрозоаминов (N-диметилнитрозоамин, N-метилэтилнитрозоамнн, N-диэтилнитрозоамнн, N-дипропшпштрозоамин, N-дибутилнитрозоамин, N-пиперидиннитрозоамин) в пищевой продукции (консервы из мяса, мясорастительные) методом хромато-масс-спектрометрии: методические указания. – М., 2019.

МУК 4.1.3589-19 Измерение массовой концентрации алюминия в биологических средах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой: методические указания. – М., 2019.

МУК 4.1.3646-20 Измерение содержания N-нитрозоаминов (N-диметилнитрозоамин, N-метилэтилнитрозоамин, N-диэтилнитрозоамин, N-дибутилнитрозоамин, N-дипропилнитрозоамин, N-пиперидиннитрозоамин, N-пирролидиннитрозоамин, N-морфолиннитрозоамин, N-дифенилнитрозоамин) в пищевой продукции (копченые мясные, мясо- и птицепродукты) методом хромато-масс-спектрометрии: методические указания. – М., 2020.

МУК 4.1.3741-22 Измерение массовых концентраций редкоземельных элементов иттриевой группы в воздухе рабочей зоны методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой: методические указания. – М., 2022.

МУК 4.1.3743-22 Измерение массовых концентраций редкоземельных элементов цериевой группы в воздухе рабочей зоны методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой: методические указания. – М., 2022.

Никифорова, Н.Г. Биологические маркеры индивидуальной чувствительности к воздействию экологических стрессирующих факторов: автореф. дис. … д-ра биол. наук / Н.Г. Никифорова; Новосибирская государственная медицинская академия. – Новосибирск, 2002.

Нурисламова, Т.В. Индикаторы эффекта при оценке воздействия на организм нитратов и N-нитрозодиметиламина при поступлении с питьевой водой / Т.В. Нурисламова, О.О. Синицына, О.А. Мальцева // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 3. – С. 76–87.

Общая токсикология; под ред. Б.А. Курляндского, В.А. Филова. – М.: Медицина, 2002. – 608 с.

Онищенко, Г.Г. Влияние факторов внешней среды на здоровье человека / Г.Г. Онищенко // Иммунология. – 2006. – Т. 27, № 6. – С. 352–356.

Онищенко, Г.Г. Гигиеническая индикация последствий для здоровья при внешнесредовой экспозиции химических факторов / Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцева, М.А. Землянова; под ред. Г.Г. Онищенко. Пермь: Книжный формат, 2011a. – 532 с.

Онищенко, Г.Г. Контроль содержания химических соединений и элементов в биологических средах. / Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцева, Т.С. Уланова. – Пермь: Книжный формат, 2011b. – 520 с.

Орлова, О.И. Применение биомониторинга для оценки характера и тяжести воздействия химического фактора / О.И. Орлова, Е.И. Савельева, А.С. Радилов, В.Н. Бабаков, Н.Г. Войтенко // Медицина труда и промышленная экология. – 2010. – № 12. – С. 28–33.

Пинигин, М.А. Состояние и перспективы количественной оценки влияния химического загрязнения атмосферы на здоровье населения / М.А. Пинигин // Гигиена и санитария. – 2001. – № 5. – С. 53–58.

Письмо Минэкономразвития России от 24.03.2022 N Д24и-8436 «О разъяснении особенностей организации и осуществления государственного контроля (надзора), муниципального контроля в 2022 году» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_412902/ (дата обращения: 07.08.2023).

Плотникова, И.А. Клинические маркеры отклонений в состоянии здоровья детей, обусловленные воздействием свинца / И.А. Плотникова // Уральский медицинский журнал. – 2009. – № 7. – С. 67–71.

Порядок организации и проведения санитарно-эпидемиологических экспертиз, обследований, исследований, испытаний и токсикологических и иных видов оценок / Утв. ФГУЗ «ЦГиЭ» Роспотребнадзора 19.07.2007. – рег. № 224. – М., 2007.

Постановление Пленума Верховного Суда Российской Федерации от 18.10.2012 № 21 «О применении судами законодательства об ответственности за нарушения в области охраны окружающей среды и природопользования».

Постановление Правительства РФ от 04.04.2000 № 303 «Об утверждении Правил расследования авиационных происшествий и инцидентов с экспериментальными воздушными судами в Российской Федерации». – М., 2000.

Постановление Правительства РФ от 10.03.2022 № 336 «Об особенностях организации и осуществления государственного контроля (надзора), муниципального контроля». – М., 2022.

Потапов, А.И. Проблемы охраны здоровья детского населения России / А.И. Потапов, В.Н. Ракитский, Н.И. Новичкова, Е.А. Романова // Здравоохранение Российской Федерации. – 2008. – № 3. – С. 3–5.

Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 24.04.2008 № 194н «Об утверждении Медицинских критериев определения степени тяжести вреда, причиненного здоровью человека». – М., 2008.

Приказ Роспотребнадзора от 19.07.2007 № 224 «О санитарно-эпидемиологических экспертизах, обследованиях, исследованиях, испытаниях и токсикологических, гигиенических и иных видах оценок». – М., 2007.

Протасова, В.В. Исследование влияния экологических факторов на динамику уровней сердечно-сосудистой заболеваемости в городе / В.В. Протасова, Н.А. Кореневский, М.В. Артеменко, В.С. Смирнов // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2010. – Т. 6, № 1. – С. 123–127.

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.

Р 2.1.10.3968-23 Руководство по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания. – М., 2023. – 221 с.

Рахманин, Ю.А. Актуализация проблем экологии человека и гигиены окружающей среды и пути их решения / Ю.А. Рахманин // Гигиена и санитария. – 2012. – № 5. – С. 4–8.

Рахманин, Ю.А. Методические вопросы оценки риска острых воздействий атмосферных загрязнений / Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, Т.А. Шашина, Н.С. Скворцова // Междисциплинарные исследования проблем обеспечения безопасности жизнедеятельности населения в современных условиях: техногенные катастрофы и проблемы безопасности: материалы конференции и симпозиума. – 2007. – С. 64–69.

Рахманин, Ю.А. Руководство по комплексной профилактике экологически обусловленных заболеваний на основе оценки риска / Ю.А. Рахманин, О.О. Синицина, С.М. Новиков [и др.]. – М., 2017. – 68 с.

Ревич, Б.А. Биомониторинг токсичных веществ в организме человека / Б.А. Ревич // Гигиена и санитария. – 2004. – № 6. – С. 26–31

Садовникова, Ю.М. Показатели физического развития и нейропсихологический статус дошкольников из детских садов техногенно-загрязненных урбанизированных территорий / Ю.М. Садовникова, Г.П. Золотникова // Экология урбанизированных территорий. – 2011. – № 2. – С. 34–37.

Салимгареева, Т.М. Гигиенические аспекты оценки условий труда и их влияние на здоровье работников, занятых в производстве фталевого ангидрида / Т.М. Салимгареева, Л.К. Каримова, Н.А. Бейгул, Л.Н. Маврина, З.Ф. Гимаева // Пермский медицинский журнал. – 2015. – № 32 (4). – С. 92–96.

СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. – М., 2021.

Сетко, А.Г. Воздействие факторов среды обитания на детское население урбанизированных и сельских территорий оренбургской области / А.Г. Сетко, Н.Е. Вяльцина // Гигиена и санитария. – 2009. – № 4. – С. 58–60.

Сетко, А.Г. Особенности контаминации продуктов питания, потребляемых детским населением промышленного города / А.Г. Сетко, Е.И. Кузнецова, Т.А. Фатеева, И.М. Сетко // Здоровье населения и среда обитания. – 2011. – № 9. – С. 21–25.

Сетко, И.М. Характеристика микроэлементного баланса в организме школьников при контаминации продуктов питания тяжелыми металлами / И.М. Сетко, Е.П. Тимошенко, А.Г. Сетко, Т.А. Фатеева // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 6 (243). – С. 12–13.

Сивочалова, О.В. Иммунологические показатели влияния техногенных нагрузок окружающей среды на здоровье беременных женщин и детей первого года жизни / О.В. Сивочалова, Л.А. Дуева, Г.В. Голованева // Журнал акушерства и женских болезней. – 2003. – Т. LII, № 2. – С. 72–76.

Симонова, Н.И. Использование биологических маркеров при оценке загрязнения среды обитания металлами / Н.И. Симонова, Р.М. Фасиков, Т.К. Ларионова, Г.Ф. Гарифуллина // Медицина труда и промышленная экология. – 2008. – № 5. – С. 37–41.

Скальный, А.В. Медико-экологическая оценка риска гипермикроэлементозов у населения мегаполиса / А.В. Скальный, А.Т. Быков, Е.П. Серебрянский, М.Г. Скальная; РИК ГОУ ОГУ. – Оренбург, 2003. – 134 с.

Скальный, А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека / А.В. Скальный. – М.: Оникс 21 век: Мир, 2004. – 216 с.

Скальный, А.В. Эколого-физиологическая оценка элементного статуса взрослого населения Республики Башкортостан / А.В. Скальный, Е.С. Березкина, В.А. Демидов, А.Р. Грабеклис, М.Г. Скальная // Гигиена и санитария. – 2016. – № 6. – С. 533–538.

Справочник Вредные вещества в промышленности: справочник / под ред. Н.В. Лазарева и Э. Левиной. – Л.: Химия, 1976. – Т. I. – С. 508.

СТО М 49-2021. Методика измерений массовых концентраций N-нитрозоаминов (N-диметилнитрозоамин, N-диэтилнитрозоамин, N-дипропилнитрозоамин, N-пиперидиннитрозоамин) в воде методом хромато-масс-спектрометрии. – М., 2021.

СТО М 55-2022. Установление региональных фоновых уровней содержания химических соединений и элементов в биологических средах человека для гигиенической оценки при исследованиях, расследованиях, экспертизах. – М., 2022.

Сулейманов, Р.А. Регулирование качества питьевой воды как фактор снижения риска заболеваемости населения / Р.А. Сулейманов, А.Б. Бакиров, Т.К. Валеев, З.Б. Бактыбаева, Н.Р. Рахматуллин // Медицина труда и экология человека. – 2016. – № 2. – С. 14–19.

Текуцкая, Е.Е. Структурные повреждения днк лимфоцитов периферической крови человека при воздействии физических факторов / Е.Е. Текуцкая, Р.В. Василиади // Экология человека. – 2017. – № 12. – С. 9–14.

Токсикологическая химия. Метаболизм и анализ токсикантов: учебное пособие для вузов / под ред. Н.И. Калетиной. – М.: ГОЭТАР-Медиа, 2008. – 1016 с.

Уайт, А. Основы биохимии / А. Уайт, Ф. Хендаер, Э. Смит, Р. Хиал, И. Леман. – М.: Мир, 1981. – Т. 2. – С. 540–1152.

Указ Президента РФ от 19.04.2017 г. № 176 «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года». – М., 2017.

Уланова, Т.С. Оценка риска здоровью детей при поступлении фталатов с молоком, упакованным в полимерную и полимерсодержащую тару / Т.С. Уланова, С.Е. Зеленкин, П.З. Шур, Т.Д. Карнажицкая, Т.С. Пермякова // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Пермь: Изд. Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, – 2018. – С. 340–344.

Уланова, Т.С. Аналитический обзор методов определения микроколичеств акролеина в воздухе / Т.С. Уланова, Т.Д. Карнажицкая, Е.О. Пшеничникова // Фундаментальные исследования. – 2013b. – № 5–2. – С. 456–462.

Уланова, Т.С. К вопросу методического обеспечения определения содержания редкоземельных элементов для производственного контроля / Т.С. Уланова, М.В. Волкова, Г.А. Вейхман, А.В. Недошитова // Теоретическая и прикладная экология. – 2022. – № 2. – С. 101–108.

Уланова, Т.С. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой в современных гигиенических исследованиях атмосферного воздуха / Т.С. Уланова, Г.А. Вейхман, Е.В. Стенно, А.В. Недошитова, М.В. Волкова // Гигиена и санитария. – 2019a. – Т. 98, № 4. – С. 461–467.

Уланова, Т.С. Методические особенности и практическое использование определения алюминия в крови и моче методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой / Т.С. Уланова, Г.А. Вейхман, А.В. Недошитова // Анализ риска здоровью. – 2019b. – № 4. – С. 165–174.

Уланова, Т.С. Оценка содержания токсичных и эссенциальных элементов в моче детей сельских и промышленных районов Западного Урала / Т.С. Уланова, Н.В. Зайцева, Г.А. Вейхман, Е.В. Стенно, А.В. Недошитова, М.В. Волкова // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99, № 11. – С. 1252–1257.

Уланова, Т.С. Разработка методов определения органических соединений (оксид этилена, 1,3-бутадиен, акрилонитрил) в атмосферном воздухе на уровне референтных концентраций / Т.С. Уланова, Т.В. Нурисламова // Анализ риска здоровью». – 2013a. – № 2. – С. 57–63.

Федеральный закон № 14-ФЗ от 26.01.1996 «Гражданский кодекс Российской Федерации» (часть вторая). – М., 1996.

Федеральный закон № 2-ФЗ от 9 января 1996 г. «О защите прав потребителей». – М., 1996.

Федеральный закон № 7-ФЗ от 10 января 2002 г. «Об охране окружающей среды». – М., 2002.

Флетчер, Р. Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины / Р. Флетчер, С. Флетчер, Э. Вагнер. – М.: МедиаСфера, 1998. – 352 с.

ФР.1.31.2019.32618. Методика измерений массовых концентраций редкоземельных элементов в крови методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (СТО М 31-2018). – М., 2018.

ФР.1.31.2019.32924. Методика измерений массовой концентрации нитратионов в моче методом капиллярного электрофореза. – М., 2019.

ФР.1.31.2019.34043. Методика измерений массовых концентраций ниобия и тантала в крови методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. – М., 2019.

ФР.1.31.2023.46391 Методика измерений массовой концентрации антибиотиков (амоксициллина, ампициллина, азитромицина, эритромицина, оксациллина, бензилпенициллина, кларитромицина, ципрофлоксацина) в воде методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием. – М., 2023.

Худолей, В.В. Канцерогены: характеристики, закономерности, механизмы действия / В.В. Худолей. – СПб: НИИ СпбГУб, 1999.

Цинкер, М.Ю. Статистическое моделирование для оценки влияния факторов среды обитания на индикаторные показатели здоровья населения Российской Федерации / М.Ю. Цинкер, Д.А. Кирьянов, С.В. Клейн // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 11 (248). – С. 10–13.

Четверкина, К.В. Гигиеническая оценка динамики экспозиции хлороформа в Пермском крае и ее воздействие на формирование у детей заболеваемости по классу болезней крови, кроветворной системы и отдельных нарушений, вовлекающих иммунный механизм / К.В. Четверкина, С.В. Клейн, В.М. Чигвинцев // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 1. – С. 16–20.

Шилов, В.В. Биомониторинг воздействия вредных химических веществ на основе современных биомаркеров (обзор литературы) / В.В. Шилов, О.Л. Маркова, А.В. Кузнецов // Гигиена и санитария. – 2019. – № 98 (6). – С. 545–596.

Шур, П.З., Зайцева Н.В. Оценка риска здоровью при обосновании гигиенических критериев безопасности пищевых продуктов / П.З. Шур, Н.В. Зайцева // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 4. – С. 43–56.

Baccarelli, A. Risk of lung cancer from exposure to dusts and fibers in Leningrad province, Russia / A. Baccarelli, M. Dosemeci, O. Khmelnitskii, M. Tretiakova, S. Gorbanev, A. Lomtev, I. Klimkina, V. Tchibissov, O. Averkina, C. Rice // American Journal of Industrial Medicine. – 2006. – Vol. 49, № 6. – P. 460–467.

Barr, D.B. Biomonitoring of exposure to pesticides / D.B. Barr // Journal of chemical health and safety. – 2008. – T. 15, № 6. – P. 20–29.

Berman, T. Human biomonitoring in Israel: past, present, future / T. Berman, Y. Amitai, S. Almog, E.D. Richter // International Journal of Hygiene and Environmental Health. – 2012. – Vol. 215, № 2. – P. 138–141.

Borras, M., Nadal J. Biomarkers of genotoxicity and other end-points in an integrated approach to environmental risk assessment / M. Borras, J. Nadal // Mutagenesis. – 2004. – Vol. 19, № 3. – P. 165.

Bowers, T.S. Assessing the Relationship Between Environmental Lead Concentrations and Adult Blood Lead Levels / T.S. Bowers, B.D. Beck, Y.S. Karam // Risk Analysis. – 1994. – Vol. 14, № 2. – P. 183–189.

Breiman, L. Classification and regression trees / L. Breiman, J.H. Friedman, R.A Olshen, C.J. Stone. – Monterey, CA Wadsworth & Brooks/Cole Advanced Books & Software, 1984. – 358 p.

Brooks, A. Biomarkers of exposure and dose: state of the art / A. Brooks // Radiation Protection Dosimetry. – 2001. – Vol. 97, № 1. – P. 39.

Brunekreef, B. Environmental Epidemiology and Risk Assessment / B. Brunekreef // Toxicology Letters. – 2008. – Vol. 180, № 2. – P. 118–122.

Cerna, M. Population-based biomonitoring in the czech republic – the system and selected results / M. Cerna, V. Spevackova, M. Cejchanova, B. Benes, P. Rossner, H. Bavorova, D. Ocadlikova, J. Smid, R. Kubinova // The Science of the Total Environment. – 1997. – Vol. 204, № 3. – P. 263–270.

Christensen, H.M. Human exposure to toxic metals: factors influencing interpretation of biomonitoring results / H.M. Christensen // The Science of the Total Environment. – 1995. – Vol. 166, № 1–3. – P. 89–135.

Elflein, L. Human biomonitoring of pyrethrum and pyrethroid insecticides used indoors: – determination of the metabolites e-cis/trans-chrysanthemumdicarboxylic acid in human urine by gas chromatography-mass spectrometry with negative chemical ionization / L. Elflein, E. Berger-Preiss, A. Preiss, M. Elend, K. Levsen, G. Wunsch // Journal of chromatography. B: Analytical technologies in the biomedical and life sciences. – 2003. – Vol. 795, № 2. – P. 195–207.

Ermolin, M.S. Isolation and quantitative analysis of road dust nanoparticles / M.S. Ermolin, P.S. Fedotov, A.I. Ivaneev, V.K. Karandashev, N.N. Fedyunina // Zhurnal analitiches koy himii. – 2017. – Vol. 72, № 5. – P. 448–461.

Genchi, G. Nickel: human health and environmental toxicology / G. Genchi, A. Carocci, G. Lauria, M.S. Sinicropi, A. Catalano // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2020. – Vol. 17, № 3. – P. 679.

German Environmental Survey 1997–1999, GerES III [Электронный ресурс] // UmweltBundesamt. – URL: https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/health/assessing-environmentally-related-health-risks/german-environmental-surveys/german-environmental-survey-1997-1999-geres-iii#textpart-1 (дата обращения: 07.08.2023).

Godleski, J. Relative Toxicity of Air Pollution Mixtures / J. Godleski, P. Koutrakis. – Boston, 2015. – 23 p.

Gwenzi, W. Sources, behaviour, and environmental and human health risks of high-technology rare earth elements as emerging contaminants / W.Gwenzi, L. Mangori, C. Danha, N. Chaukura, N. Dunjana, E. Sanganyado // Science of the Total Environment. – 2018. – № 636. – P. 299–313.

Harbison, R.D. Rare earth metals. Hamilton & Hardy's Industrial Toxicology / R.D. Harbison, D.R. Johnson. Sixth Edition; Edited by Raymond D. Harbison, Marie M. Bourgeois, Giffe T. Johnson. – Lacewood, 2015. – Vol. 29. – P. 199–204.

Henríquez-Hernández, L.A. Blood levels of toxic metals and rare earth elements commonly found in e-waste may exert subtle effects on hemoglobin concentration in sub-Saharan immigrants / L.A. Henríquez-Hernández, L.D. Boada, C. Carranza, J.L. Pérez-Arellano, A. González-Antuña, M. Camacho, M. Almeida-González, M. Zumbado, O.P. Luzardo // Journal of Environment International. – 2017. – № 109. – P. 20–28.

Hill, A.B. The Environment and Disease: Association or Causation? / A.B. Hill // Proceedings of the Royal Society of Medicine. – 1965. – Vol. 58, № 5. – P. 295–300.

Human Right & Environmental Protection: Linkages in Law & Practice / Health and Human Rights Working Series // WHO. – 2002. – № 1. – 174 p.

Identifying the environmental cause of disease: how should we decide what to believe and when to take action? UK, London, Academy of Medical Sciences [Электронный ресурс]. – URL: https://acmedsci.ac.uk/file-download/34654-119615475058.pdf (дата обращения: 07.08.2023).

IPCS. Environmental Health Criteria. Ethylene Oxide/WHO. – Geneva, 1985. – 80 p.

Jeppsson, M.C. Identification of covalent binding sites of phthalic anhydride in human hemoglobin / M.C. Jeppsson, B.A. Jönsson, M. Kristiansson, C.H. Lindh // Chem. Res. Toxicol. – 2008. – Vol. 21, № 11. – P. 2156–2163.

Kleyn, S.V. Health Risk Assessment and Economic Damage Due to Environmental Pollution in a Large Industrial Centre / S.V. Kleyn, N.V. Zaytseva, I.V. May // Securing a Sustainable Future: Integrating Science, Policy and People: Proceedings of the 6th SETAC World Congress (20–24 May 2012). – Berlin, 2012. – P. 317–318.

Kleyn, S.V. Noise exposure assessment using 3d-modeling and the analysis of the health risks associated with traffic noise / N.V. Zaitseva, I.V. May, S.V. Kleyn, D.N. Koshurnikov, S.A. Vekovshinina, V.M. Chigvintsev // Appliede and fundamental studies: Proceedings of the 3rd international academic conference. – St. Louis, Missouri, 2013. – P. 153–158.

Knoll, J.L., Property insurance: no solution for pollution / J.L. Knoll, L. Arthur Randy // Boston Coll. Environ. Aff. Law Rev. – 1990. – Vol. 17, № 2. – P. 231–232.

Kodavanti, P.R. Neuroendocrine actions of organohalogens: thyroid hormones, arginine vasopressin, and neuroplasticity / P.R. Kodavanti, M.C. Curras-Collazo // Front Neuroendocrinol. – 2010. – № 4. – P. 479–496.

Merville, M.P. New biomarkers of crohn's disease: serum biomarkers and development of diagnostic tools / M.P. Merville, M.A. Meuwis, M. Fillet, J.P. Chapelle, M. Malaise, E. Louis // Expert Review of Molecular Diagnostics. – 2008. – Vol. 8, № 3. – P. 327–337.

Mukhopadhyay, S. Evaluation of possible goitrogenic and anti-thyroidal effect of nitrate, a potential environmental pollutant / S. Mukhopadhyay, D. Ghosh, A. Chatterjee, S. Sinha, S. Tripathy, A.K. Chandra // Indian J. Physiol. Pharmacol. – 2005. – Vol. 49, № 3. – P. 284–288.

Ong, C.N. Biomarkers for male reproductive health Hazards: are they Available / C.N. Ong, H.M. Shen, S.E. Chia // Toxicology Letters. – 2002. – Vol. 134, № 1–3. – P. 17–30.

Onishchenko, G.G. Health risk analysis in the strategy of state social and economical development / G.G. Onishchenko, N.V. Zaitseva, I.V. May [et al.]. – M. – Perm: Publishing house of the Perm National Research Polytechnic University, 2014. – 686 p.

Pagano, G. Rare earth elements in human and animal health: State of art and research priorities / G. Pagano, F. Aliberti, M. Guida, R. Oral, A. Siciliano, M. Trifuoggi, F. Tommasi // Environmental Research. – 2015. – № 142. – P. 215–220.

Papageorgios, I. The effect of nano- and mieron-sized particles of cobalt-chromium alloy on human pibroblasts *in vitro* / I. Papageorgios, C. Brown, R. Schins // Biomaterials. – 2007. – Vol. 28, № 19. – P. 2946–2958.

Phillips, D.H. DNA Adduts as Markers of Exposure and Risk / D.H. Phillips // Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis. – 2005. – Vol. 577, № 1–2 SPEC. ISS. – P. 284–292.

Rokach, L. Data mining with decision trees: theory and applications / L. Rokach, O. Maimon. – World Scientific Pub Co Inc, 2008. – 244 p.

Schieweck, A. Determination of acrolein in ambient air and in the atmosphere of environmental test chambers / A. Schieweck, E. Uhde, T. Salthammer // Environ. Sci.: Processes Impacts. – 2021. – Vol. 23. – P. 1729–1746.

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

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

Shelton, D.A. Background Paper for the World Health Organization / D. Shelton // Human Right, Health & Environmental Protection: Linkages in Law & Practice: Health and Human Rights Working Paper Series No 1. – London: WHO, 2002. – 174 p.

Toxic Substance Control Act (TSCA): 94th: U.S. Congress Public Law. – 1976. – P. 94–469.

Weisel, C. Relationship of Indoor, Outdoor and Personal Air (RIOPA) study: study design, methods and quality assurance/control results / C. Weisel, J. Zhang, B. Turpin [et al.] // Exposure Anal. Environ. Epidemiol. – 2005. – Vol. 15. – P. 123–137.

Zaitseva, N.V. Biomarkers of exposure and adverse effects in children associated with-nitrosamines and aliphatic chlorinated organic compounds introduced with drinking water / N.V. Zaitseva, T.S. Ulanova, T.V. Nurislamova, O.A. Maltseva, T.V. Chinko // Materials of the international conference «SGEM Vienna GREEN 2021 «Green Sciences for Green Life» Extended Scientifi c Sessions of the 21st SGEM Earth & Planetary Sciences Conference 2021», 2021. – P. 19–28.

Zaitseva, N.V. Biomarkers of exposure and adverse effects in children associated with-nitrosamines and aliphatic chlorinated organic compounds introduced with drinking water / N.V. Zaitseva, T.S. Ulanova, T.V. Nurislamova, O.A. Maltseva, T.V. Chinko // Materials of the international conference «SGEM Vienna GREEN 2021 «Green Sciences for Green Life» Extended Scientifi c Sessions of the 21st SGEM Earth & Planetary Sciences Conference 2021». – 2021. – P. 19–28.

Zeka, A. Inflammatory Markers and Particulate air Pollution: Characterizing the pathway to Disease / A. Zeka, Ja.R. Sullivan, P.S. Vokonas, D. Sparrow, J. Schwartz // International Journal of Epidemiology. – 2006. – Vol. 35, № 5. – P. 1347.

ГЛАВА 9
МЕТОДОЛОГИЯ, ПРАКТИКА ОЦЕНКИ И АДРЕСНОЙ ПРОФИЛАКТИКИ НАРУШЕНИЙ ЗДОРОВЬЯ, СВЯЗАННЫХ С МОДИФИЦИРУЮЩИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ РИСК-ИНДУЦИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ

9.1. Алгоритм проведения санитарно-эпидемиологических исследований по выявлению связи нарушений здоровья с качеством объектов среды обитания в зонах влияния хозяйствующих субъектов

Человеческий капитал, комфортная среда для жизни, экономический рост на мировом и национальном уровнях являются одними из важнейших векторов развития государства с позиций сохранения здоровья нации. Подтверждением этого являются продекларированные в правовых актах Российской Федерации [Указ Президента РФ от 07.05.2018 № 204; Указ Президента РФ от 21.07.2020 № 474; Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года] на текущую и среднесрочную перспективу национальные приоритеты и стратегические задачи в области охраны здоровья, окружающей среды, экологической безопасности и обозначены механизмы их реализации. Демография, здоровье, здравоохранение, городская среда объявлены в числе абсолютных макроэкономических целевых индикаторов на ближайшие десятилетия, обеспечивающих национальные интересы и стабильное развитие страны, в том числе: повышение качества и ожидаемой продолжительности жизни, сохранение и укрепление здоровья граждан, снижение смертности в экономически активный период, создание комфортной и безопасной среды проживания и трудовой деятельности.

Выбор обозначенных государственных приоритетов продиктован необходимостью усиления и укрепления позиций России в мире, наращивания научно-технологического потенциала для перехода на новый экономический уклад, повышения благосостояния и жизненного уровня граждан в современных условиях [Медведев Д.А., 2018; Попова А.Ю., 2014, 2017–2021; Онищенко Г.Г., 2014–2017; Зайцева Н.В., 2015–2022].

В этом аспекте обеспечение устойчивого роста гигиенической безопасности и санитарно-эпидемиологического благополучия нации, определяющегося совокупностью благоприятных и безопасных условий для здоровья и жизнедеятельности, приобретает особую актуальность и является одной из целевых функций и критерием эффективности государственной политики, одним из основных условий реализации конституционных прав граждан «…на охрану здоровья, обеспечиваемого охраной окружающей среды, созданием безопасных и благоприятных условий труда….» [Конституция Российской Федерации; Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ].

Миссия санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации состоит в минимизации рисков для здоровья населения [Приказ Роспотребнадзора от 14.07.2011 № 665]. Основные направления деятельности и реализация полномочий санитарной службы определяются целевыми индикаторами и приоритетными задачами государственных программ, действующих национальных и федеральных проектов, отраслевых документов стратегического планирования, а также нормативных правовых актов. Ключевыми из них являются выявление и устранение основных причин и факторов, способствующих ухудшению состояния здоровья населения. Это обеспечивает стабильный потенциал роста ожидаемой продолжительности жизни, в том числе продолжительности здоровой жизни, снижение смертности и заболеваемости населения детского и трудоспособного возраста болезнями неинфекционной природы, обусловленных влиянием факторов среды обитания [Онищенко Г.Г., 2013, 2014; Попова А.Ю. и др., 2019; Зайцева Н.В. и др., 2021, 2022].

В Российской Федерации, как и во многих странах мира, в результате повышения эффективности государственного регулирования состояния среды обитания и социальной ответственности бизнеса, показатели качества ведущих риск-образующих сред по содержанию опасных и высокоопасных для здоровья химических веществ за последнее десятилетие существенно улучшились. Например, показатель комплексной химической нагрузки за 10 лет снизился в 1,3 раза. Отмечается устойчивая тенденция к снижению доли проб атмосферного воздуха населенных мест и питьевой воды из распределительной сети, не соответствующих гигиеническим нормативам (в среднем в 1,4 раза относительно данных 2013 г.) [Государственный доклад, 2023]. Тем не менее доля населения, подверженного такому воздействию, достигает 55 %, что в 1,5 раза выше численности населения, находящегося под воздействием других факторов, например, физических, биологических.

Это связано с тем, что на протяжении десятилетий в России в регионах интенсивной хозяйственной деятельности и промышленного освоения, определяющих базовый потенциал экономики страны, формировались зоны с неблагоприятным для здоровья человека как текущим состоянием среды обитания, так и нерешенными проблемами накопленного промышленного ущерба [Степанова Л.П. и др., 2011; Зайцева Н.В. и др., 2019г, 2022u]. В этих зонах химическое загрязнение объектов среды обитания, в первую очередь атмосферного воздуха, стабильно оценивается как высокое и экстремально высокое и остается значимым фактором риска здоровью [Кузьмин С.В. и др., 2017; Дерябин А.Н. и др., 2019; Май И.В. и др., 2020; Богданова В.Д. и др., 2020; Карелин О.А. и др., 2020; Мареев И.А., 2020; Горбанев С.А. и др., 2021; Liu G., 2017].

Сложившаяся неудовлетворительная ситуация, связанная с ненадлежащим качеством воздушной среды, как правило, распространяется и на другие объекты среды обитания, что усугубляет степень ее напряженности. Под влиянием атмосферных загрязнений происходит формирование количественного и качественного химического состава атмосферных осадков, снегового покрова, водных источников питьевого водоснабжения, почв и др. [Казанцев И.В. и др., 2016; Тафеева Е.А. и др., 2016; Голикова Р.А., 2017; Колнет И.В. и др., 2017; Васильев В.В. и др., 2021; Першина Н.А. и др., 2021; Журба О.М. и др., 2022]. Кроме этого, питьевая вода в распределительной сети может иметь избыточное содержание химических примесей природного происхождения (например, компоненты, обусловленные особенностями состава глубоких подземных вод в результате химического взаимодействия с горными породами – марганец, стронций, железо, мышьяк и др.) [Устинова О.Ю. и др., 2019; Богданова В.Д. и др., 2020] и / или приобретенные в качестве побочных продуктов в результате водоподготовки (алюминий, остаточный хлор и др.) [Дроздова Е.В. и др., 2016; Четверкина К.В. и др., 2018; Клейн С.В., 2020; Guidelines for drinking-water quality, 2017; Kujlu R., 2020]. Почвы также аккумулируют химические загрязнения, преимущественно металлоэлементы, в ходе их миграции из подземных и поверхностных вод, нарушения санитарно-гигиенических требований к складированию

промышленных, коммунальных и твердых бытовых отходов и др. [Водянова М.А и др., 2016; Петухов А.С. и др., 2022].

В целом более чем в 50 % регионов страны сохраняются проблемы в области обеспечения гигиенической безопасности населения. Ежегодно в перечень приоритетных, например, по уровню загрязнения атмосферного воздуха, входят порядка 40 городов, расположенных преимущественно в восточной части страны. К их числу относятся Барнаул, Братск, Зима, Иркутск, Красноярск, Кызыл, Лесосибирск, Магнитогорск, Минусинск, Новокузнецк, Норильск, Петровск-Забайкальский, Свирск, Селенгинск, Улан-Удэ и другие [Росгидромет, 2020; Ежегодник ФГБУ «ГГО», 2023]. Постоянному комбинированному и комплексному воздействию химических факторов в зонах высокого и очень высокого риска здоровью подвергается порядка 13,5 млн человек [Май И.В. и др., 2019; Зайцева Н.В. и др., 2017t, 2020j; МР-1025-15].

О значимости существующих гигиенических проблем в части высокого уровня загрязнения воздушной среды на территориях ряда населенных мест РФ свидетельствует выделение 12 городов с существенными проблемами загрязнения атмосферного воздуха. Это Братск, Красноярск, Липецк, Магнитогорск, Медногорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Норильск, Омск, Череповец, Челябинск, Чита (2019 г.) [Паспорт федерального проекта «Чистый воздух»].

Последующее расширение списка городов, требующих особого внимания в части принятия первоочередных регулирующих мер, предусматривало включение еще 29 наименований городских поселений [Распоряжение Правительства РФ от 07.07.2022 № 1852-р]: Абакан, Ангарск, Астрахань, Ачинск, Барнаул, Зима, Иркутск, Гусиноозёрск, Искитим, Кемерово, Комсомольск-на-Амуре, Курган, Лесосибирск, Махачкала, Кызыл, Минусинск, Новочеркасск, Петровск-Забайкальский, Ростов-на-Дону, Свирск, Селенгинск, Улан-Удэ, Усолье-Сибирское, Уссурийск, Чегдомын, Черемхово, Черногорск, Шелехов, Южно-Сахалинск (2023 г.).

Кроме проблем с загрязнением атмосферного воздуха, отмечающихся в ряде городов, более чем в 80 регионах РФ имеются проблемы различной интенсивности по обеспеченности населения качественной питьевой водой. Катастрофическая ситуация отмечается в Костромской, Смоленской, Вологодской, Новгородской областях, Карачаево-Черкесской Республике, Забайкальском крае, Республике Саха (Якутия) и Еврейской автономной области, где этот показатель колеблется от 43,6 до 66,3 % [Паспорт федерального проекта «Чистая вода»]. За последние 10 лет наблюдается рост доли проб воды из распределительной сети централизованного водоснабжения, не соответствующих гигиеническим нормативам по содержанию химических веществ, нормируемых по санитарно-токсикологическому признаку. Максимальные уровни темпа роста достигают 30 % [Государственный доклад, 2023].

В выделенных городских поселениях текущая производственная деятельность в промышленном и коммунальном секторе сопровождается поступлением в средообразующие объекты одновременно широкого спектра и больших объемов химических веществ, обусловливающих вклад в загрязнение до 98 % [Miri M. et al., 2018]. Так, в ряде городов, например, Красноярске, Братске, Норильске, Нижнекамске, перечень веществ, выбрасываемых от стационарных источников в атмосферу, в составе пылегазовых примесей включает от 30 до 250 компонентов различной химической структуры [Ахтиманкина Н.В., 2017; Безгодов И.В. и др., 2017; Ларионова Н.А., 2017; Давыдова И.С. и др., 2017; Березин И.И. и др., 2018; Мешков Н.А. и др., 2018; Новикова С.А., 2019; Тургунов А.А. и др., 2021; Клюев Н.Н., 2018; Зайцева Н.В. и др., 2019; Май И.В. и др., 2019; Новикова С.А., 2019; Крига А.С., 2020].

Ведущими достаточно распространенными факторами риска, стабильно превышающими предельно допустимые среднегодовые и референтные концентрации ингаляционного хронического воздействия (*RfC*) до 5–20 раз (в 3–13 раза выше среднероссийских показателей), остаются взвешенные вещества и их фракции $PM_{2.5}$ и PM_{10}, формальдегид, бенз(а)пирен, оксиды алюминия, никеля, марганца, хрома, меди, свинца, соединения фтора, ароматические углеводороды (бензол, ксилол, этилбензол), гидроксибензол, углерод (сажа), сероводород, окислы азота, серы, уг-

лерода и др. [Клюев Н.Н., 2018; Горяев Д.В., 2018; Тихонова И.В. и др., 2020; Пережогин А.Н., 2022b,c; Государственный доклад, 2023]. Эти химические загрязнители атмосферного воздуха оцениваются экспертами ВОЗ как индикаторные и требующие пристального внимания с точки зрения регулирования [WHO, 2021].

Особую значимость в настоящее время приобретают взвешенные вещества как практически тотальный фактор экспозиции. В 50 % регионов РФ фиксируются факты хронических экспозиций взвешенными веществами более 5 ПДК$_{сс}$, $PM_{2.5}$, PM_{10} – более 10 ПДК$_{сс}$. При этом химический и морфологический состав взвешенных веществ неоднороден. Методами растровой электронной микроскопии, рентгено-спектрального анализа показано, что, кроме соединений кремния, взвешенные вещества могут содержать (до 70 %) токсические примеси: алюминий, хром, марганец, никель, медь, свинец, фтор и др. Размер частиц варьируется от 0,5–2,5 мкм (доля до 41 % от общего количества) до 10 мкм и более (24 %) [Загороднов С.Ю. и др., 2019; Тихонова И.В., 2020] (табл. 9.1.1, рис. 9.1.1).

Таблица 9.1.1

Пример химического и морфометрического состава взвешенных частиц в пробах атмосферного воздуха жилой застройки

Морфометрические параметры частиц					Химический состав частиц, мас.%					
средне-поперечный размер, мкм	площадь, мкм^2	пери-метр, мкм	коэффи-циент сферич-ности	фактор дисперс-ности	Al_2O_3	SiO_2	Cr_2O_3	MnO	NiO	TiO_2
1,98	2,15	7,38	0,71	3,52	5,01	10,46	-	-	-	-
3,50	8,20	11,71	0,86	1,85	3,99	6,57	12,37	-	7,71	-
4,47	10,77	13,89	0,83	1,61	5,05	11,64	8,57	-	3,84	13,13
8,80	49,52	31,49	0,79	0,75	1,84	2,27	17,02	0,66	8,55	-
10,18	57,55	33,16	0,81	0,70	10,92	26,17	-	-	-	54,38
15,33	134,3	60,20	0,68	0,45	21,86	34,99	-	-	-	-
20,85	257,1	69,96	0,81	0,33	17,10	33,94	-	0,56	-	2,28

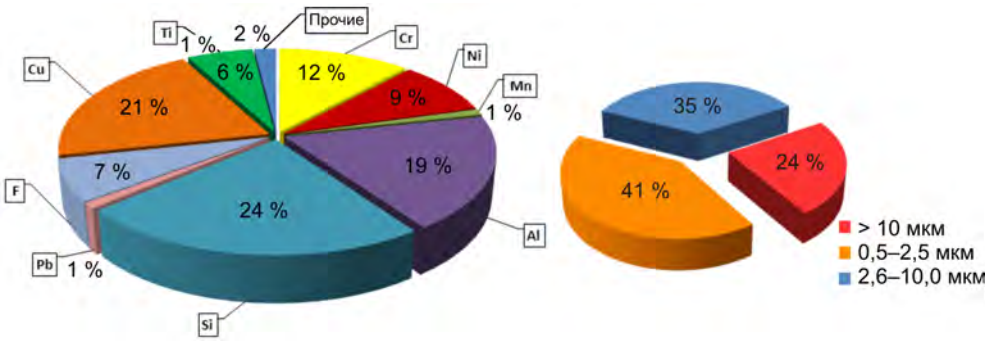


Рис. 9.1.1. Химический и морфометрический состав взвешенных частиц

Форма частиц различная: в виде икосаэдра, близкого к сферичной, диска, куба, призмы и другие (рис 9.1.2). Наибольшую долю (до 60,0 % от общего количества) составляют частицы с коэффициентом сферичности 0,71–0,8, что соответствует форме призмы.

В открытые водоемы – источники питьевого централизованного водоснабжения, в составе сточных вод сбрасывается до 15–20 загрязняющих веществ [Мареев И.А., 2020; Васильев В.В., 2021; Кострова Ю.С., 2022]. Приоритетными факторами риска при поступлении с питьевой водой, превышающими ПДК и референтные дозы хро-

нического воздействия до 8–15 раз, продолжают оставаться хлор и хлорорганические соединения, железо, марганец, мышьяк, нитраты, фтор и другие [Дианова Д.Г. и др., 2017; Патент № 2687731; Четвёркина К.В. и др., 2018; Клейн С.В. и др., 2020; Лужецкий К.П. и др., 2020; Толмачева О.Г. и др., 2020; Сазонова О.В., 2021; Зайцева Н.В. и др., 2022; Iyare P.U., 2019].

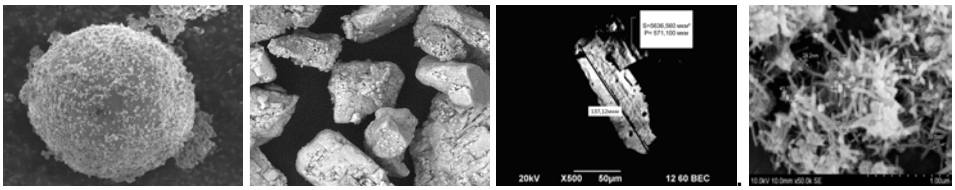


Рис. 9.1.2. Примеры форм взвешенных частиц

Ведущими химическими загрязнителями почвы (на уровне более 5 ПДК), формирующими хронические риски здоровью, превышающими приемлемый уровень в 2–5 раз, практически постоянно являются бенз(а)пирен, кадмий, мышьяк, никель, свинец, ртуть, кобальт, медь, цинк, в отдельных регионах – бенз(а)пирен, ароматические углеводороды, алюминий, фтор [Тафеева Е.В. и др., 2016; Водянова М.А. и др., 2016; Казанцев И.В., 2016; Колнет И.В. и др., 2017; Дерябин А.Н. и др., 2019; Зайцева Н.В. и др., 2021]. Анализ и обобщение данных, представленных в зарубежных и отечественных источниках, характеризующих спектр и уровни экспозиции в жилой застройке, свидетельствует, что большая часть веществ относится к чрезвычайно и высокоопасным (1-й и 2-й классы опасности) [ГОСТ 12.1.007-76]. Обладают, помимо общего токсического действия на организм человека, специфическими негативными эффектами (сенсибилизирующим, кардио-, гепато-, нефро-, иммунотоксическим и др.) с политропным характером повреждения как на клеточно-молекулярном, так и органно-системном уровнях [Новиков С.М. и др., 2016; Мамырбаев А.А. и др., 2016; Мироненко О.В. и др., 2017; Ефимова Н.В. и др., 2019; Сетко А.Г. и др., 2020; Зайцева Н.В. и др., 2020; Землянова М.А. и др., 2022; Beelen R., 2014; Prüss-Ustün A., 2017; Hamanaka R.B., 2018; Mocanu, C.S. et al., 2020; Skupnevskiy S.V. et al., 2023]. Критическими мишенями являются органы и системы жизнеобеспечения, а именно: при ингаляционном поступлении в организм – органы дыхания, сердечно-сосудистая, иммунная, нервная, эндокринная, костная системы; при пероральном поступлении – костная, сердечно-сосудистая, кровь, почки, печень, желудок [Онищенко Г.Г. и др., 2002; Долгих О.В. и др., 2021; A special report on global exposure, 2018; Р 2.1.10.3968-23]. Вовлеченность клеточно-молекулярных механизмов в процесс изменений гомеостаза характеризуется преимущественно цитотоксичностью и окислительной активностью большинства химических факторов риска, в том числе активацией экспрессии белков и пептидов [Землянова М.А. и др., 2019; Носов А.Е. и др., 2021; Долгих О.В. и др., 2022; Strunecka A., 2018; Riedel F. et al., 2021]. Ряд веществ, например, бенз(а)пирен, формальдегид, бензол, этилбензол, хром, никель и др., характеризуются дополнительно репротоксичностью, канцерогенной, мутагенной активностью, обусловливающих развитие негативных эффектов у экспонированного населения при внутриутробном развитии плода или в отдаленные сроки [Зайцева Н.В. и др., 2016, 2020, 2022; Мамырбаев А.А. и др., 2016; Новиков С.М. и др., 2016; Мироненко О.В. и др., 2017; Казакова О.А. и др., 2017; Землянова М.А. и др., 2018; Ефимова Н.В. и др., 2019; Сетко А.Г. и др., 2020; Уланова Т.С. и др., 2022; World Cancer: Report, 2014; Kim H.-B., 2018; Nasir A. et al., 2020; Abellan A. et al., 2020; Kim J. et al., 2021]. Механизм реализации данных эффектов связан с прямым или косвенным повреждением клеточных мембран и молекул ДНК, в том числе за счет образования стабильных и депуринирующих аддуктов ДНК; повторяющегося окислительно-восстановительного цикла, генерирующего активные формы кислорода; активации

арильного углеводородного рецептора; иммуносупрессии и других эпигенетических изменений. В результате этого происходит модификация, ингибирование репарации и нестабильность генома [Куценко С.А., 2002; Жуковская К. и др., 2020; Landtblom A.M., 2019; Genchi G. et al., 2020; Alwadi D. et al., 2022; Bukowska B. et al., 2022; Kohno R. et al., 2023].

Необходимо подчеркнуть, что в реальных условиях население селитебной застройки, как правило, подвергается не изолированному внешнесредовому воздействию каждого вещества многокомпонентной смеси, а комбинированному в различных сочетаниях и концентрациях, что может повышать степень их опасности [Мирзакаримова М.А., 2017; Боев В.М., 2019; Lin X, 2016; Series on testing and assessment № 296, 2018; Samet J.M., 2020]. Доказано, что степень токсичности комбинаций зависит от вида смеси химических веществ и может отличаться от их индивидуальной токсичности [Toxicity and Assessment of Chemical Mixtures, 2011; National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals, 2019].

Существующие наработки свидетельствуют, что при оценке риска комбинированного многосредового воздействия на здоровье экспонированного населения необходимо учитывать сходство и различие химической структуры, механизма токсического действия, таргетность к критическим органам и системам компонентов смеси [Р 2.1.10.3968-23; Meek M.E., 2011; Godleski J., 2015; World Health Organization; 2017; Kim H.-B. et al., 2018; Miri M.et al., 2018].

Результаты оценки расчетных рисков здоровью населения территорий санитарно-гигиенического неблагополучия подтверждают существующую потенциальную опасность развития канцерогенных и неканцерогенных эффектов при длительной комбинированной и комплексной экспозиции химическими загрязнениями. Практически ежегодно отмечается, что приоритетными органами и системами, для которых риск нарушения функций превышает приемлемый уровень, являются: органы дыхания (до 30–35 раз), иммунная система (до 25 раз), система крови (до 20–25 раза), процессы развития (до 20–23 раз), нервная система (до 4,0–5,0 раза). Канцерогенный риск превышает приемлемый уровень от 1,5 до 10–12 раз [Май И.В. и др., 2018; Ракитский В.Н. и др., 2019; Ефимова Н.В. и др., 2019; Сетко А.Г., 2020; Шур П.З. и др., 2022; Зайцева Н.В., 2023а].

Дифференциация регионов по профилю промышленного производства (металлургия, теплоэнергетика, угле- и нефтедобыча, деревообработка, химия, нефтепереработка и др., в которых функционирует свыше 10 тыс. потенциально опасных химических объектов) определяет специфику и уровень химического загрязнения объектов среды обитания и, как следствие, спектр и величину химических рисков здоровью населения каждой конкретной территории [Онищенко Г.Г., 2014; Ларионова Н.А., 2017; Березин И.И., 2018; Ревич Б.А., 2020; Горбанев С.А. и соавт, 2021, Валина С.Л. и др., 2022].

Необходимо отметить, что сложившиеся гигиенические проблемы, определяющие химические риски здоровью населения, могут усугубляться неблагоприятными климатогеографическими, ландшафтными и планировочными особенностями размещения промышленных объектов [Зайцева Н.В. и др., 2021; Клейн и др., 2022; Amato G.D., 2016; Wallander B., 2021]. Этому аспекту уделяется большое внимание на заседаниях «круглых столов» членов Совета Федерации, представителей федеральных органов исполнительной и государственной власти субъектов Российской Федерации при участии научно-экспертного сообщества. Так, при обсуждении вопроса «О проблемах загрязнения атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах Российской Федерации» [«Круглые столы» Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации, 2018] отмечается, что практически все города с особо высоким уровнем загрязнения атмосферы расположены в зоне высокого и очень высокого потенциала загрязнения, определяемого неблагоприятными метеорологическими и ландшафтными условиями (высокой повторяемостью мощных приземных инверсий, застойных ситуаций, слабых ветров и полных штилей, туманов и др.). Негативные особенности размещения территорий способствуют накоплению вредных примесей в приземном слое атмосферы и, как следствие, формированию

более высоких уровней загрязнения воздушной среды относительно территорий с благоприятными климатогеографическими условиями проживания населения. Так, низкий потенциал рассеивания выбросов в Восточной Сибири, например, в городах Братске, Красноярске, Норильске, Чите, Улан-Удэ, Шелехове и др., способствует повышению и длительному сохранению значительных уровней концентраций загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы, что увеличивает риск здоровью населения [Зайцева Н.В. и др., 2021, 2022t; Носов А.Е., Устинова О.Ю., 2022; Клейн С.В. и др., 2022]. Следствием сочетанного негативного воздействия химических и экстремальных климатических факторов может являться повышенная относительно среднероссийских показателей (в 1,5–2,5 раза) хроническая заболеваемость населения болезнями органов дыхания, нервной, сердечно-сосудистой систем [Григорьева Е.А., 2018, 2019; Зайцева Н.В. и др., 2021g, 2022t,f; Ревич Б.А. и др., 2009; Клейн С.В. и др., 2022].

Обобщение представленных статистических и научных данных свидетельствует, что сложившаяся в ряде территорий Российской Федерации ситуация санитарно-гигиенического неблагополучия, региональная специфика загрязнений, затрагивающая одновременно комплекс объектов среды обитания, а также климатогеографическая дифференциация являются источником значительных рисков здоровью населения в местах их постоянного проживания и, следовательно, дополнительных ассоциированных медико-демографических потерь при их реализации национального масштаба [Онищенко Г.Г. и др., 2011, Попова А.Ю. и др., 2017b; Кику П.Ф., 2019; Май И.В. и др., 2019; Кирьянов Д.А. и др., 2022].

С применением современной методической основы [Р 2.1.10.3968-23; МР 2.1.10.0082-13], разработанной на принципах преемственности, выявлено, что предотвратимые потери здоровья населением Российской Федерации сохраняются, но характеризуются системной положительной динамикой. За последнее десятилетие установлено снижение более чем в 1,5–2,0 раза дополнительной смертности и заболеваемости, ассоциированных с воздействием химического фактора [Государственный доклад, 2023].

Вместе с тем на примере ведущей риск-образующей среды – атмосферного воздуха, вносящего основной вклад в дополнительные, ассоциированные с химическим фактором, заболеваемость и смертность населения [Beelen R. et al., 2014; Gauderman W.J. report, 2018; Cong L. et al., 2019; WHO global air quality guidelines, 2021], отмечается, что смертность, ассоциированная с высоким уровнем загрязнения воздушной среды, в Российской Федерации последние пять лет составляет от 1,5 до 5 дополнительных случаев на 100 тыс. всего населения. Спектр причин ассоциированной смертности практически не меняется и включает злокачественные новообразования (доля в структуре причин ежегодно составляет порядка 30–40 %), болезни органов дыхания (30–32 %), кровообращения (12–15 %), органов пищеварения (10–12 %).

Дополнительный уровень ассоциированной заболеваемости ежегодно составляет для трудоспособного населения более 500 случаев, для детского населения – около 3 тыс. случаев на 100 тыс. соответствующего населения. Основными причинами высокого уровня заболеваемости, стабильно превышающего среднероссийские показатели от 5,5 до 14 раз, являются болезни органов дыхания (доля в структуре сохраняется на уровне 70–75 %), пищеварения (5–7 %), сердечно-сосудистой (5–6 %), нервной и костно-мышечной систем (более 3 %) [Ревич Б.А. и др., 2018; Кику П.Ф. и др., 2019; Крига А.С. и др., 2020; Кирьянов Д.А. и др., 2022; Государственный доклад, 2023].

Следовательно, существующие санитарно-гигиенические проблемы в условиях множественности и неопределенности воздействующих химических факторов риска и постоянно регистрируемых дополнительных медико-демографических потерь актуализируют необходимость повышения адекватности гигиенических оценок.

В связи с этим для достижения высокого уровня результативности создание действенного механизма по предупреждению, выявлению, оперативному реагированию и управлению рисками и угрозами в сфере санитарно-эпидемиологического

благополучия населения регионов и муниципальных образований приобретает особую значимость. При этом принципиально важным является определение характера совокупных системных нарушений состояния здоровья населения, приоритетности каждого фактора риска с учетом степени его опасности в патоморфозе этих нарушений.

В целом поиск и апробация новых подходов к оценке вредного воздействия на здоровье населения загрязнений объектов среды обитания в интересах обоснования управленческих решений по устранению и снижению рисков здоровью населения территорий интенсивного промышленного освоения в течение длительного времени продолжает оставаться предметом многих исследований [Зайцева Н.В. и др., 2017t; 2019n; 2020i; Карелин А.О. и др., 2019; Авалиани С.Л. и др., 2014; Землянова М.А. и др., 2020c; Маклакова О.А. и др., 2020; WHO, 2016; Кирьянов Д.А. и др., 2022; Европейское региональное бюро ВОЗ, 2017].

За последнее десятилетие органами и организациями Роспотребнадзора в рамках своих функций и полномочий деятельности проделана достаточно большая работа по научно-методическому и информационно-аналитическому обеспечению практической деятельности специалистов службы. Это касается в том числе проведения санитарно-эпидемиологических исследований и оценок по установлению причин и предотвращению рисков вредного воздействия факторов среды обитания на здоровье человека в зонах влияния хозяйствующих субъектов в результате нарушения требований санитарного законодательства [Попова А.Ю. и др., 2017, 2019; Кузьмин С.В. и др., 2017; Ракитский В.Н. и др., 2019, 2020; Зайцева Н.В. и др., 2017, 2019, 2022], что предусмотрено ст. 12–14, 17–22 Федерального закона № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

Для повышения достоверности оценок используют результаты гигиенических (натурных или расчетных) исследований качества объектов среды обитания [Май И.В. и др., 2019; Manisalidis I. et al., 2020]. Внедрены и развиваются методы и технологии оценки и управления рисками здоровью населения в условиях новых опасностей химической природы [Зайцева Н.В. и др., 2015c. 2022; Ракитский В.Н. и др., 2019; 2020; Кузьмин С.В. и др., 2017; Новиков С.М. и др., 2016; Карелин А.О. и др., 2019; 2020; Мироненко О.В. и др., 2017]. Определены принципы построения исследований, учитывающие ключевые положения оценки хронической экспозиции, зависимости «доза – эффект» для воздействующих веществ, понятия приемлемости риска воздействия для конкретных органов и систем.

Интеграция инновационных методов информационно-аналитического обеспечения (ГИС-технологии, программные продукты) позволила совершенствовать подходы к пространственному анализу ситуации одновременно по множеству взаимосвязанных параметров качества объектов среды обитания и здоровья [Волкодаева М.В., 2015; Киселев, А.В., Григорьева Я.В., 2017; Карелин А.О. и др., 2017].

Предварительное категорирование видов хозяйственной деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей (ЮЛ / ИП) [МР 5.1.0116-17], в зонах влияния которых располагаются селитебные территории, позволяет повысить адресность и направленность последующих регулирующих мер [Попова А.Ю. и др., 2017a]. Совершенствуются научные и методические разработки, направленные на определение подходов к количественной оценке персонифицированной дозовой нагрузки, ее пространственному распределению и обоснованию программ мониторинговых наблюдений за качеством и состоянием воздушной среды селитебной зоны [МР 2.1.6.0157-19; Клейн С.В. и др., 2017a; Тихонова И.В. и др., 2019c; Савельев С.И. и др., 2016]. Применение в качестве критериев безопасности референтных уровней для различных периодов экспозиции обусловило понимание необходимости обязательного учета не только потенциальных угроз (рисков) для здоровья человека, но и их фактической реализации в виде причиненного вреда [Май И.В. и др., 2015; Зайцева Н.В. и др., 2015a, 2017t; Клейн С.В. и др., 2017b; Землянова М.А. и др., 2020c].

Результаты контролируемых медико-биологических исследований состояния здоровья населения в селитебной зоне под экспозицией и вне ее, позволяющие вы-

явить риск-реализованные нарушения здоровья в виде дополнительной ассоциированной заболеваемости (причинение вреда), уточняют результаты полученных расчетных данных по оценке рисков здоровью [Зайцева Н.В. и др., 2017, 2020, 2022; Патент № 119069].

Реализация углубленных исследований здоровья населения возможна в результате активного применениям современных возможностей и ресурсного обеспечения химико-аналитического контроля, в частности методов биомониторинга. На основе получаемых данных расширяются возможности идентификации источников потенциальных опасностей здоровью, обоснования критериев безопасных уровней воздействия, вследствие чего повышается достоверность устанавливаемых системных причинно-следственных связей «среда – здоровье» [Лисецкая Л.Г., Ефимова Н.В., 2016; Ларионова Т.К. и др., 2016, 2023; Уланова Т.С. и др., 2016, 2018, 2022; Нурисламова Т.В. и др., 2021].

В развитие научных подходов к установлению фактов реализации рисков здоровью и нормативного закрепления опыта, приобретенного с 2014 г. по порядку применения результатов медико-биологических исследований для доказательства причинения вреда здоровью населения негативным воздействием химических факторов среды обитания, Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека утверждены методические разработки, определяющие ход выполнения исследований [МУ 2.1.10.3165-14].

Учитываются особенности этиопатогенетических механизмов развития ответных реакций организма человека в условиях комбинированных нагрузок приоритетных веществ, активно отрабатываются подходы к обоснованию и применению биомаркерных показателей в углубленных исследованиях экспонированных лиц в зонах влияния источников загрязнения объектов среды обитания [Зайцева Н.В. и др., 2016, 2019n; Жданова-Заплесвичко И.Г. и др., 2018; Землянова М.А., 2019a; Землянова М.А. и др., 2022].

В научной литературе уже представлены результаты внедрения в практику методических подходов к установлению и доказательству вреда здоровью вследствие негативного воздействия факторов среды обитания [Май И.В. и др., 2015; Зайцева Н.В. и др., 2015a]. Показано, что результаты оценки причиненного вреда на индивидуальном уровне являются основой для определения фактической численности лиц (групповой или популяционный уровень) с установленным впервые за анализируемый период диагнозом хронического заболевания или нарушением здоровья, доказанно детерминированным экспозицией химических факторов риска [Зайцева Н.В. и др., 2015a; Землянова М.А., 2019a; Устинова О.Ю. и др., 2019; Маклакова О.А. и др., 2020]. На основании выделенных приоритетов актуализируется деятельность системы СГМ муниципального уровня в части контроля качества объектов среды обитания и мониторинга показателей здоровья [Кузьмин, С.В. и др., 2017; Май И.В. и др., 2019; Тихонова И.В., 2020; Пережогин А.Н., 2022 b,c].

Несмотря на существенное развитие научно-методической базы в практической деятельности специалистов Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, не в полной мере обоснован порядок (алгоритм) действий по организации и проведению исследований, позволяющих в том числе установить (доказать) факт заболевания (причиненного вреда), детерминированного техногенным воздействием компонентов выбросов хозяйствующих субъектов, у лиц, проживающих в зоне прогнозируемого недопустимого риска здоровью.

Представляется целесообразным уточнение для специалистов службы Роспотребнадзора подходов к организации и проведению санитарно-эпидемиологических исследований по установлению и доказательству связи выявленных нарушений здоровья населения с воздействием техногенных химических факторов в зонах влияния хозяйствующих субъектов.

Адаптивный алгоритм действий специалистов службы Роспотребнадзора разработан на базе накопленных результатов многолетних научных исследований причинно-следственных связей нарушений здоровья населения с негативным воз-

действием факторов среды обитания, а также разработки рекомендаций для принятия управленческих решений [Зайцева Н.В. и др., 2017w]. Ключевые позиции алгоритма включают основные положения методологии анализа рисков здоровью, инструменты пространственного моделирования, математической статистики, вероятностного анализа, скринингового исследования, биомаркерного анализа, экспертной оценки и др. Применение указанных методов и подходов, а также системных аналитических оценок позволило обосновать алгоритм действий, представленный на рис. 9.1.3. (на примере воздействия аэротехногенных химических факторов) [Патент № 127378].

Основанием для организации и проведения направленных санитарно-эпидемиологических исследований в зонах априорного риска являются поручения или запросы заинтересованных органов исполнительной власти федерального уровня (правительства, министерств, агентств, служб и др.) и субъектов РФ (правительства, администраций и их обособленных контролирующих и надзорных структур), руководителей хозяйствующих субъектов (юридических лиц, индивидуальных предпринимателей) в случае возникновения или наличия следующих событий (условий):

– неблагоприятная, длительно сохраняющаяся санитарно-гигиеническая ситуация с высоким уровнем многокомпонентного загрязнения объектов среды обитания (атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы и др.) селитебной территории, подтвержденным данными лабораторных исследований и / или мониторинговых наблюдений, и / или комплексными расчетными методами (например, расчетами рассеивания);

– присутствие или бывшая экономическая деятельность источников на объектах, оказывающих негативное воздействие повышенной нагрузкой загрязняющих веществ на окружающую среду [Постановление Правительства РФ от 28.09.2015 № 1029];

– хозяйствующие субъекты, отнесенные к объектам I, II, III и IV категорий, в том числе производственной, коммунальной, транспортной, социальной инфраструктур;

– наличие фактов нарушений обязательных требований санитарного законодательства хозяйствующими субъектами (ЮЛ / ИП), выявленных в ходе контрольно-надзорной деятельности или социально-гигиенического мониторинга;

– жалобы населения на ненадлежащее качество атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы, пищевых продуктов и др. и связанные с ним нарушения здоровья;

– неблагоприятные тенденции в изменении структуры и динамики смертности и заболеваемости населения селитебной территории и др.

На основании запроса, поручения или предписания специалисты территориальных управлений Роспотребнадзора совместно с подведомственными научно-исследовательскими учреждениями осуществляют организацию и проведение санитарно-эпидемиологических исследований или экспертизы по выявлению и установлению наличия (или отсутствия) связи нарушений здоровья населения с качеством объектов среды обитания в зонах влияния хозяйственной деятельности субъектов.

Проведение такого рода работ и поддержка принятия управленческих решений выполнены с учетом основных положений, закрепленных в ряде законодательных и подзаконных документов: ФЗ РФ № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (ст. 12,13, 17–22, 40, 41, 51), Постановление Правительства РФ № 322 «Положение о Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека», Приказ Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 16.07.2012 № 764 «Об утверждении Административного регламента исполнения Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека государственной функции по проведению проверок деятельности юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и граждан по выполнению требований санитарного законодательства, законодательства Российской Федерации в области защиты прав потребителей, правил продажи отдельных видов товаров» (в действующей редакции) и др.

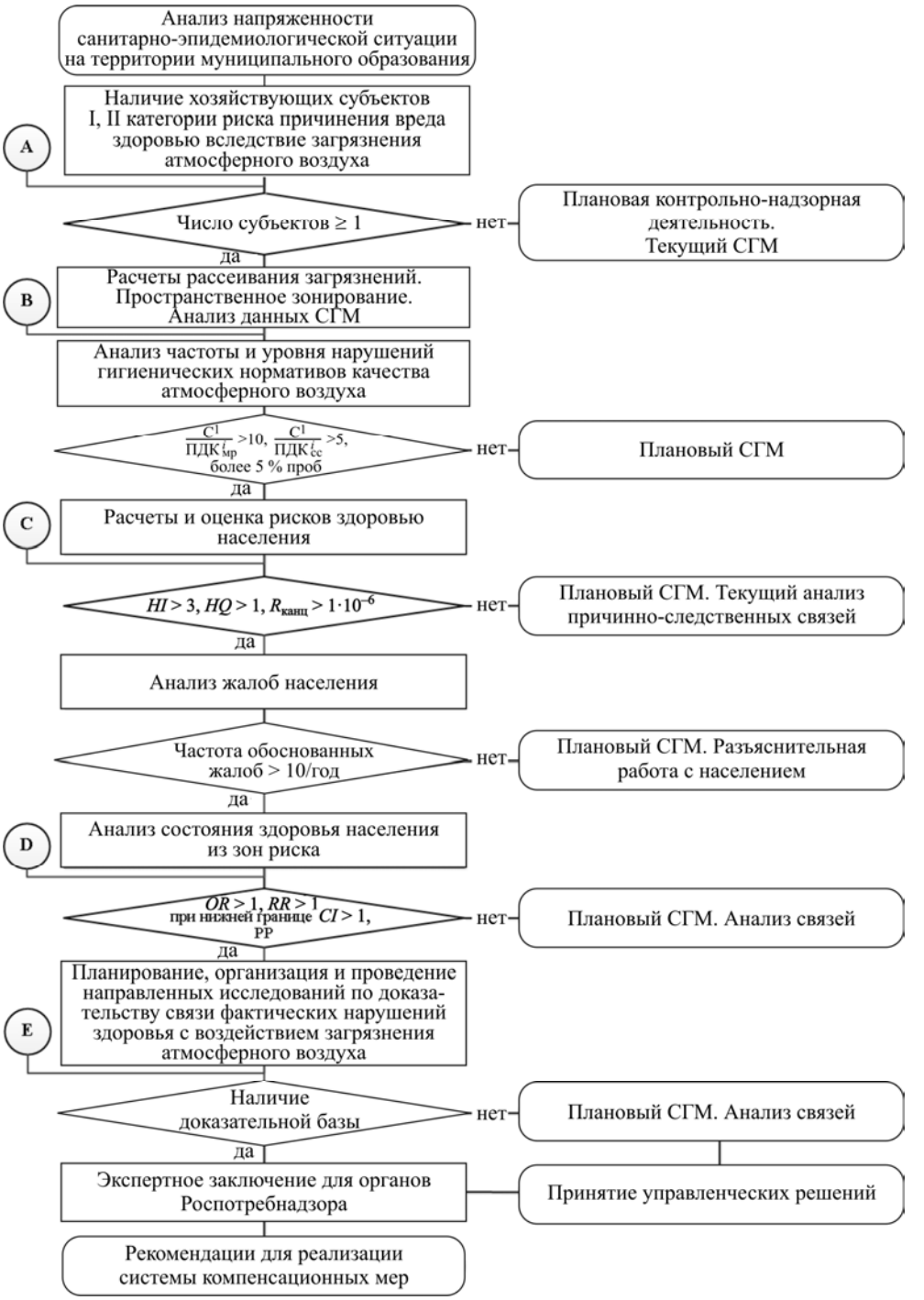


Рис. 9.1.3. Адаптивный алгоритм действий по установлению и доказательству связи выявленных и риск-реализованных нарушений здоровья с воздействием химических факторов среды обитания (на примере воздействия химических загрязнений атмосферного воздуха)

При изучении связи нарушений здоровья с качеством объектов среды обитания обязательным является учет регламентирующих позиций, представленных в 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», СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

В качестве исходной информации, необходимой для оценки и анализа сложившейся санитарно-гигиенической ситуации и отнесения деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляемой на производственных объектах [ОК 029-2001 (КДЕС ред. 1)], подлежащих надзору, к определенной категории риска, используют значительные объемы данных:

– перечень хозяйствующих субъектов, включенных в региональный реестр ЮЛ / ИП [Постановление Правительства РФ от 19.12.2007 № 896], и их виды деятельности по форме отраслевого статистического наблюдения 1–17 «Сведения о результатах осуществления федерального государственного надзора»;

– сведения о хозяйствующих субъектах, для которых выполнено квотирование выбросов и перечни компенсационных мероприятий; сведения о выбросах и сбросах загрязняющих веществ по формам федерального статистического наблюдения № 2-ТП (воздух) «Сведения об охране атмосферного воздуха» и № 2-ТП (водхоз) «Сведения об использовании воды» за последние 3–5 лет;

– сведения по актуальным данным инвентаризации основных источников выбросов каждого объекта, имеющего разрешение на выбросы.

Анализ санитарно-гигиенической ситуации на конкретной территории и результатов выполненного категорирования видов деятельности хозяйствующих субъектов, находящихся в зоне размещения селитебной застройки, позволяет дать характеристику напряженности существующих условий проживания [Зайцева Н.В. и др., 2017; Патент № 120039]. Характеристика включает следующие показатели (блок А): перечень и особенности производственной деятельности субъектов хозяйствования; величина и категория потенциального риска причинения вреда здоровью населения; перечень веществ, нормируемых в выбросах в атмосферный воздух и сбросах в поверхностные водоемы с отметкой наличия согласованных нормативов допустимых выбросов (НДВ); утвержденный перечень хозяйствующих субъектов, для которых устанавливаются директивные квоты выбросов и перечни компенсационных мероприятий.

При наличии одного и более хозяйствующих субъектов I, II категории потенциального риска причинения вреда здоровью для условий аэрогенного воздействия химических факторов выполняют сводные расчеты и пространственную визуализацию рассеивания загрязнений, поступающих в составе выбросов от хозяйствующих субъектов в атмосферный воздух на территории.

Расчеты приземных концентраций химических веществ в атмосферном воздухе проводят с использованием программного продукта, реализующего методику расчета рассеивания 2017 г. [Приказ Минприроды России от 06.06.2017 № 273]. Пространственно-временной анализ распространения вредных веществ в приземном слое атмосферы выполняют в среде геоинформационной системы (ГИС) ARCGIS. Геоинформационные технологии позволяют сопрягать разнородные данные с векторными картами территорий.

Гигиеническую оценку качества атмосферного воздуха, питьевой воды ЦИХПВ, почвы и др. осуществляют по данным постов наблюдений за последние 3–5 лет, полученным в ходе реализации социально-гигиенического мониторинга в точках размещения территориальной сети. Дополнительно могут использоваться данные регулярной сети наблюдений Росгидромета и других ведомств. Результаты оценивают в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования

к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Полученные результаты позволяют выполнить зонирование селитебной территории и выделить зоны наибольшей комплексной нагрузки химических факторов на среду обитания (блок В).

Результаты гигиенической оценки и пространственного распределения полей концентраций являются основанием для формирования перечня приоритетных веществ по критериям нарушений качества изучаемых объектов среды обитания. Перечень итерационно уточняется на последующих этапах.

На этапе оценки рисков осуществляют количественное определение значений индивидуальных и популяционных рисков здоровью населения в зонах загрязнения объектов среды обитания селитебной застройки (блок С). Расчет индивидуальных и популяционных рисков здоровью для условий агрегированной и кумулятивной экспозиции выполняется в соответствии с Руководством Р 2.1.10.3968-23 на основе сформированной базы данных о среднегодовых концентрациях приоритетных веществ в изучаемых объектах среды обитания с учетом численности исследуемой популяции. Используют индивидуальные или популяционные значения факторов экспозиции и индивидуальные или стандартные значения длительности экспозиции и массы тела для соответствующих возрастных категорий (дети, взрослые). Оценку допустимости рисков осуществляют по критериям референтных концентраций (*RfC*) и / или референтных доз (*RfD*), соответствующих анализируемому периоду осреднения, путей поступления веществ и воздействующих сред на организм [US EPA, 2007].

Пространственное распределение рисков на территории селитебной застройки, являющееся основанием для выделения зон наибольшего риска, определения численности и половозрастной структуры населения под воздействием, оценивают на основании картографической привязки в городской системе координат [Клейн С.В. и др., 2017; Методические рекомендации, 2016]. Выделяют зоны недопустимого, в том числе наибольшего, неканцерогенного риска по критерию индекса опасности ($HI > 3$). Зоны недопустимого суммарного канцерогенного риска выделяют по критерию числа дополнительных случаев рака в популяции ($CR > 1 \cdot 10^{-4}$). Оценка вклада загрязняющих веществ, поступающих от хозяйствующих субъектов и автотранспорта, в прогнозируемый уровень риска здоровью (*HI*) позволяет выполнить ранжирование источников воздействия по степени опасности [Балашов, С.Ю. др., 2017].

Численность и половозрастная характеристика населения, находящегося в зонах неприемлемого риска, рассчитываются на основании выполнения процедуры пространственного анализа с использованием информации, содержащей деперсонифицированные сведения: возраст, пол и место постоянного проживания с детализацией до дома. С помощью специальных инструментов визуализации в среде ГИС данные отображаются на векторной карте (или карте-схеме) территории.

В качестве топоосновы рекомендуется использовать схему генерального плана развития территории или карту-схему территории: при населении более 100,0 тыс. человек – масштаба 1:10 000, при населении от 10,0 до 100,0 тыс. человек – масштаба 1:2000, при населении менее 1,0 тыс. человек – масштаба 1:500. Выполняется пространственное пересечение точек проживания населения с пространственным распределением уровней канцерогенного и неканцерогенного рисков здоровью на заданный период экспозиции (острое или хроническое воздействие), обусловленных идентифицированными факторами риска от всех стационарных и передвижных источников (автотранспорта).

Среди экспонированного населения из зон неприемлемого риска выделяют субпопуляции, имеющие повышенную восприимчивость к воздействию экспозиции, а следовательно, более высокий риск нарушений здоровья [WHO, 2001; Европейское региональное бюро ВОЗ, 2015; Будников Г.К. и др., 2013]. Повышенная чувствительность к воздействию химических веществ, в первую очередь ксенобиотиков, показывает, что вариабельность токсического действия (необычно сильные эффекты, необычно слабые эффекты, необычные эффекты) может быть обусловлена рядом причин: понижением или повышением скорости нормальных процессов биотранс-

формации и выведения веществ из организма; приобретенным или врожденным изменением чувствительности отдельных или системных рецепторов к действию химических веществ; отсутствием нормального или наличием атипичного фермента, ответственного за биотрансформацию. Например, повышенная чувствительность детского организма к воздействию химических веществ обусловлена структурно-анатомическими особенностями строения, роста и развития ведущих органов и систем, в первую очередь кардиореспираторной системы, несовершенством адаптационных и детоксикационных процессов [Национальное руководство. Пульмонология, 2014; Arbuckle, T.E., 2013; Landrigan P.J. et al., 2018], физиологическими репродуктивными особенностями [Шур П.З. и др., 2018], а также связана с профессиональной деятельностью и / или предшествующими воздействиями от других источников [Бабанов, С.А., 2019; Дроздова Е.В., 2022; Р 2.1.10.3968-23].

Целевыми контингентами риска являются новорожденные (0–1 год), дети определенного биологического возраста (3–6, 7–10, 11–14, 15–17 лет) [Малая медицинская энциклопедия, 1991], мужчины трудоспособного возраста (18–60 лет), беременные, кормящие и женщины фертильного возраста (в РФ 18–49 лет) [Демографический энциклопедический словарь, 1985], супружеские пары, планирующие беременность; лица пожилого возраста (от 60 до 74 лет, согласно классификации возрастов ВОЗ, 2020).

Повышенная чувствительность организма к воздействию, например, у детей младшего возраста (3–6 лет), по сравнению с подростками и взрослыми, обусловлена относительно большей частотой дыхания и скоростью желудочно-кишечной абсорбции, незрелостью системы детоксикационных ферментов и меньшей скоростью экскреции токсикантов [Landrigan P.J. et al., 2011].

Состояние здоровья населения из зон неприемлемого риска здоровью оценивают на основании анализа (блок D):

– жалоб населения на неблагоприятные условия проживания и связанные с этим нарушения здоровья за последние пять лет (данные Реестра обращений граждан в органы государственной власти и местного самоуправления территории);

– показателей (структура, распространенность, динамические тенденции) смертности от всех причин, в том числе по отдельным нозологическим формам (информация, предоставленная Федеральной службой государственной статистики в виде таблицы С51 «Распределение умерших по полу, возрастным группам и причинам смерти»), заболеваемости (общей и первичной) в разрезе детского (0–14 лет, 15–17 лет) и взрослого населения (информация Федеральной службы по надзору в сфере здравоохранения и социального развития по форме 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания лечебного учреждения») не менее чем за последние пять лет;

– данных о регистрации заболеваемости по обращаемости населением за медицинской помощью (деперсонифицированная информация с учетом пола, возраста и адресной привязки по выкопировкам из амбулаторных карт лечебного учреждения в районе обслуживания или в виде ведомственной базы данных территориального Фонда обязательного медицинского страхования) за последний год.

Оценку связи заболеваемости (по данным обращаемости населением за медицинской помощью) с воздействием химических загрязнений объектов среды обитания выполняют в когортных исследованиях «группа наблюдения – группа сравнения» по эпидемиологическим критериям: отношение шансов и его доверительный интервал ($OR > 1$ и $CI > 1$); отношение рисков (RR), показывающее, во сколько раз риск заболеваний выше в присутствии воздействующего фактора [Morgenstern H., 1995; Флетчер Р. и др., 1998]. Количество дополнительных случаев заболеваний, ассоциированных с экспозицией загрязняющих веществ (ущерб здоровью), определяют на основании моделирования причинно-следственных связей среднегодовой персональной экспозиции и заболеваемости населения в разрезе возрастных групп (дети, взрослые), классов и / или нозологических форм болезней [Кирьянов Д.А. и др., 2023]. В соответствии с методическими рекомендациями по расчету фактиче-

ских и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания [МР 5.1.0095-14], количественно оценивают популяционный риск причинения вреда здоровью с учетом численности экспонированного населения по числу дополнительных случаев ассоциированных заболеваний и экономические потери при реализации риска.

Анализ состояния здоровья населения из зон экспозиции выполняют с учетом установленных приоритетных химических факторов риска и соответствующих им критических органов-мишеней. Анализ показателей смертности, общей и первичной заболеваемости, обращаемости за медицинской помощью на популяционном уровне позволяет дать характеристику структурно-динамических особенностей с выделением приоритетных причин смерти и классов болезней и / или нозологий в половозрастном разрезе. Эпидемиологическая оценка связи заболеваемости экспонированного населения с химическими факторами риска позволяет установить количество дополнительных случаев заболеваний, связанных с уровнем среднегодовой персональной экспозиции, что уточняет результаты популяционной оценки по выделению приоритетных причин смерти и заболеваемости [Шур П.З. и др., 2022].

Прогнозируемые виды заболеваний (по приоритетным классам болезней и / или нозологий) и обусловливающие их химические факторы являются отправной базой для планирования, организации и проведения направленных углубленных медицинских исследований по выявлению и установлению связи нарушений здоровья с воздействием экспозиции химических загрязнений.

Выявление и оценку нарушений здоровья населения как критерия реализации риска, детерминированного воздействием экспозиции химических факторов, выполняют на основании сформированной базы причинно-следственных связей фактически выявленных нарушений здоровья с воздействием загрязнений, учитывающих в том числе обоснованные маркеры экспозиции [Клейн С.В. и др., 2017; Патент № 119069; Патент № 120039; Ларионова Т.К., 2023] и негативного ответа [Патент № 2666924; Патент № 2674234; Патент № 2654774] (блок Е). Информационным ресурсом для построения доказательной базы являются результаты углубленных исследований населения групп риска, их сопряженной статистической обработки и математического моделирования зависимостей.

Выбор контингентов групп риска проводится в контрольных точках зон экспозиции, представляющих собой точки пересечения наибольшего неприемлемого неканцерогенного риска здоровью и максимальной плотности населения. Определение точек осуществляется на основе процедуры пространственного анализа, методов кластерного анализа и ранговой оценки.

Основным принципом формирования выборочных групп является их однородность, определяемая:

– длительностью экспозиции;

– сходными санитарно-гигиеническими, медико-биологическими, социально-экономическими, санитарно-бытовыми, климатогеографическими показателями и условиями проживания [Землянова М.А., 2019].

Критерии включения взрослых и детей в группы для проведения исследований:

а) санитарно-гигиенические критерии:

♦ длительность экспозиции на изучаемой территории: для взрослых – не менее пяти лет, для детей – не менее трех лет;

♦ постоянное проживание на изучаемой территории;

б) медико-биологические критерии:

♦ возраст: для взрослых – 18–35, 36–48 лет; для детей – 4–6, 7–10 лет, 10–14; для подростков: 15–17 лет;

♦ пол: соотношение лиц обоего пола 1:1;

♦ отсутствие профессиональных вредностей у родственников 1-й линии в течение трех лет, предшествовавших рождению ребенка (для детей);

♦ отсутствие приема лекарственных препаратов, оказывающих выраженное влияние на гемодинамику, функцию печени и др. (барбитураты, омепразол, циметидин и т.д.), не менее чем за 30 дней до начала отбора проб биологических образцов;

♦ отсутствие вредных привычек (алкоголизм, табакокурение, наркомания) и девиантного поведения;

♦ отсутствие беременности (для женщин) в момент отбора проб биологических образцов, при формировании специальных групп беременные включаются в группы исследования;

♦ рациональное и сбалансированное питание;

♦ рациональная организация режима дня и дошкольно-школьных нагрузок;

в) социально-экономические критерии:

♦ среднедушевой доход семьи на уровне не ниже среднего регионального показателя;

♦ наличие трудоустройства на постоянной основе (для взрослых);

♦ наличие постоянного места жительства;

г) санитарно-бытовые критерии:

♦ соответствие жилищных условий (площадь, воздушно-тепловой режим, коммунальные и санитарные условия, освещенность) действующим гигиеническим нормативам 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»;

♦ соответствие условий в посещаемых детских дошкольных и школьных образовательных организациях действующим санитарно-гигиеническим требованиям; образовательные дошкольные организации по архитектурно-планировочному решению, срокам эксплуатации и ремонта, наполняемости групп и по санитарно-гигиеническим условиям должны соответствовать требованиям СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».

Критерии невключения детей и взрослых в выборки для проведения исследований:

♦ наличие острых инфекционных заболеваний в период менее чем в течение четырех недель до начала исследования;

♦ прием лекарственных препаратов, оказывающих выраженное влияние на изучаемые функции / заболевания со стороны ЦНС и ВНС, менее чем за 30 дней до начала исследования;

♦ девиантное поведение.

Планирование и проведение обследований выполняются в соответствии с соблюдением этических принципов и стандартов для медицинского сообщества, изложенных в Хельсинкской декларации, разработанной Всемирной медицинской ассоциацией (WMA) в 1975 г. (в ред. 2013 г., принятой на 64-й Генеральной Ассамблее Всемирной медицинской ассоциации в Бразилии). Обязательным является наличие информированного согласия на проведение медицинских манипуляций от каждого обследуемого или его представителя (для детей до 14 лет).

Для получения корректных оценок формируются группы исследования как минимум из двух зон (территорий), характеризующихся различными уровнями экспозиции факторов риска относительно заданных критериев безопасности – территории наблюдения и территории сравнения. На территории сравнения уровень экспозиции изучаемыми химическими факторами риска должен быть значительно ниже либо отсутствовать.

Выборки формируются по методу «копи-пара», предусматривающему подбор для каждого индивидуума из группы наблюдения «копи-пары» из группы сравнения по изучаемому химическому фактору («экспонированный» и «неэкспонированный»).

Выборочные совокупности должны быть сопоставимы по численности, половозрастному составу, комплексу санитарно-гигиенических, медико-биологических, социально-экономических, санитарно-бытовых критериев и климатогеографическим условиям проживания.

Репрезентативность результатов исследований и сравнительных оценок обеспечивается достаточной численностью выборочных совокупностей взрослых и детей. При условии оценки зависимостей со степенью выраженности от 0,15 и выше ($R^2 \geq 0{,}15$) объем выборки должен включать не менее 170 наблюдений. В соответствии с рекомендациями ВОЗ при проведении поперечных обследований целесообразно включать в группу не менее 120 человек, что является достаточным для обеспечения необходимой точности оценки специфичных для группы референтных значений и проведении сравнительных оценок между субпопуляциями [Poulsen O.M., 1997].

Углубленные медицинские обследования включают комплекс исследований, выполненных унифицированными методами с использованием современного оборудования:

♦ химико-аналитическое определение содержания в крови и / или моче химических веществ (при наличии аттестованного метода количественного определения в биосредах), адекватных перечню химических факторов риска [Уланова Т.С. и др., 2016, 2018; Гилева О.В. и др., 2016; Нурисламова Т.В. и др., 2021];

♦ клинико-функциональные, биохимические, общеклинические, цито- и иммуногенетические исследования показателей негативных эффектов, этиопатогенетически связанных с воздействием факторов риска в соответствии с критическими органами и / или системами [Землянова М.А., 2019, 2022; Устинова О.Ю. и др., 2019; Маклакова О.А. и др., 2020; Долгих О.В. и др., 2020, 2021; Носов А.Е. и др., 2021; Валина С.Л. и др., 2022];

♦ социологический опрос (методом раздаточного анкетирования) [Лебедева-Несевря Н.А. и др., 2023; Штина И.Е. и др., 2023].

При проведении сравнительных оценок и интерпретации полученных значений исследуемых показателей в качестве критериев сравнения используют:

– референтный предел [Тиц Н.У., 2003]; фоновый региональный уровень [Балашов С.Ю., Кирьянов Д.А., 2010; Лисецкая Л.Г., Ефимова Н.В., 2016; Ларионова Т.К. и др., 2016; Скальный А.В. и др., 2016; Луговая Е.А., Степанова Е.М., 2019; Шилов В.В., 2019]; значение группы сравнения – для химических веществ в биосредах;

– возрастной физиологический норматив [Тиц Н.У., 2003]; значение группы сравнения – для лабораторных и клинико-функциональных показателей.

При распределении значений, полученных в выборке, соответствующих нормальному, для оценки различий с показателем сравнения используют параметрические методы статистики, двухвыборочный критерий Стьюдента ($t \geq 2{,}0$) при заданном уровне значимости $p \leq 0{,}05$. При распределении значений, полученных в выборке, отличном от нормального, используют непараметрические методы статистики, критерий Спирмена, критерий Манна – Уитни.

На основе сопряженной статистической обработки результатов углубленных медицинских исследований осуществляется построение причинно-следственных связей фактически выявленных нарушений здоровья с воздействием многосредовой (или приоритетной) экспозиции химических факторов риска. Проверку статистических гипотез относительно параметров регрессионных моделей проводят с использованием дисперсионного анализа по *F*-критерию Фишера, коэффициенту детерминации (R^2) и *t*-критерию Стьюдента. Адекватность и достоверность моделей оцениваются для заданного уровня значимости $p \leq 0{,}05$ [Гланц С., 1998].

Установление и экспертная оценка биологического правдоподобия позволяют выделить достоверные причинно-следственные связи, описывающие последовательную цепочку событий: «экспозиция химических факторов → биомаркеры экспозиции (повышенное относительно критерия сравнения содержание химических веществ в биосредах, адекватных факторам экспозиции) → биомаркеры негативных эффектов (отклонения лабораторных и функциональных показателей, патогенети-

чески связанные с воздействием повышенного содержания веществ в биосредах, т.е. маркерами экспозиции) → негативный ответ (диагноз по МКБ-10 фактически состоявшегося заболевания, адекватный критическим органам и системам)».

Анализ установленной системы последовательных параметризированных причинно-следственных связей от источников загрязнения объектов среды обитания веществами, тропными к критическим органам и системам, до факта состоявшегося хронического заболевания позволяет реально выявленные дополнительные случаи негативных клеточно-молекулярных и системных эффектов (негативных ответов) идентифицировать как риск-реализованные, а маркеры экспозиции – как факторы, непосредственно обусловливающие патоморфоз риск-реализованных нарушений здоровья экспонированных лиц. Следовательно, связь выявленных и риск-реализованных нарушений здоровья с воздействием химических факторов среды обитания является установленной и доказанной [Зайцева Н.В. и др., 2017; Землянова М.А. и др., 2019; Кольдибекова Ю.В и др., 2019].

Результаты установления и оценки связи нарушений состояния здоровья населения, приоритизации загрязняющих веществ и негативных ответов по критериям реализованного риска, представленные в формате экспертного заключения для органов и организаций Роспотребнадзора, являются информационной основой разработки рекомендаций для принятия обоснованных управленческих решений, в том числе:

– органами исполнительной власти – по совершенствованию системы компенсационных мер, направленных на регулирование качества объектов среды обитания (например, включению в комплексные планы воздухоохранных мероприятий и контролю мер по снижению валовых выбросов в атмосферный воздух риск-реализующих химических веществ); минимизацию риска, устранение негативных последствий причинения вреда здоровью населения, подвергающегося воздействию химической нагрузки (например, по организации и обеспечению реализации программных мер адресной медико-профилактической помощи детям и взрослым из зон наибольшей экспозиции), на текущий и перспективный периоды до достижения приемлемого уровня риска здоровью;

– хозяйствующими субъектами – по корректировке организационных, технологических, санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на снижение остаточных рисков, связанных с риск-реализующими веществами, что соответствует требованиям ФЗ от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании»;

– санитарной службой – по уточнению и корректировке мероприятий, проводимых в рамках СГМ и контрольно-надзорной деятельности, мониторингу численности населения под воздействием, биомониторингу с учетом приоритизированного перечня веществ по критериям доказанного причинения вреда.

Опыт практического внедрения разработанной технологии по установлению и доказательству связи выявленных и риск-реализованных нарушений здоровья с воздействием химических факторов среды обитания за последние 20 лет накоплен достаточно большой. Внедрение реализовано в виде гигиенических оценок и экспертиз, востребованных в досудебных и судебных случаях защиты прав граждан на безопасную и благоприятную среду обитания. В период 2000–2020 гг. охвачено порядка 800 тыс. взрослого и детского населения из более чем 15 регионов и республик страны: Красноярского края, Пермского края; Республики Бурятия, Татарстан, Крым, Удмуртия; Иркутской, Ленинградской, Читинской, Свердловской, Оренбургской, Челябинской областей и др. (рис. 9.1.4).

Эффективность реализации алгоритма представлена на примере одного из городов РФ – Братска, являющегося опорной базой освоения северных районов Восточной Сибири и Дальнего Востока, вносящего существенный вклад в экономический потенциал страны. Ведущими отраслями промышленности являются цветная и черная металлургия, целлюлозно-бумажная и деревообрабатывающая промышленности, топливно-энергетический комплекс.

Город с общей площадью территории 428 км^2 и численностью населения порядка 225 тыс. человек расположен в окружении горных хребтов и трапповых холмов,

приравнен к районам Крайнего Севера (сайт администрации г. Братска). В течение многолетнего периода Братск входит в список городов с очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха.

Рис. 9.1.4. Регионы и города РФ, в которых реализован алгоритм действий по установлению и доказательству связи выявленных и риск-реализованных нарушений здоровья с воздействием химических факторов среды обитания

Основанием для выполнения исследований являлся запрос Управления Роспотребнадзора по Иркутской области о необходимости проведения гигиенических оценок по установлению связи нарушений здоровья населения с аэрогенным воздействием химических факторов в зоне влияния хозяйственной деятельности субъектов по производству цветных металлов и целлюлозно-бумажной продукции [Зайцева Н.В. и др., 2017, 2021h].

Выполнен ретроспективный анализ данных о фактических выбросах от стационарных источников в атмосферу города (формы государственной статистической отчетности 2ТП (воздух)) за трехлетний период, источников выбросов промышленных предприятий города – по данным последней инвентаризации. Анализ данных о выбросах загрязняющих веществ передвижными источниками (автотранспортом) выполнен на основании накопленной информации по интенсивности и структуре транспортных потоков на 59 основных автомагистралях центральной части города.

Гигиеническая оценка среднегодовых, максимальных из разовых и разовых концентраций 95%-ной обеспеченности каждой примеси атмосферного воздуха, среднегодовых концентраций веществ в питьевой воде из поверхностных и подземных источников централизованного водоснабжения населения, почв, продуктов питания выполнена на каждом посту мониторинга территориальной сети СГМ за трехлетний период.

Расчет и оценка распределения популяционных и индивидуальных рисков здоровью при многосредовом поступлении выполнены для населения, проживающего в зоне преимущественно аэрогенной экспозиции. Численность и возрастную структуру населения в зоне недопустимого риска ($HI > 3$) оценивали на основе пространственно-временного моделирования распространения полей расчетного риска на территории города. Вклад изучаемых производств и автотранспорта в величину риска выполнен по результатам расчетов рассеивания 26 химических веществ суммарно от 828 источников за 2010–2016 гг.

Анализ сведений государственной статистической отчетности в возрастном разрезе (дети, взрослые) по смертности (таблица С51) и заболеваемости (форма 12)

выполнен за 10-летний период обращаемости детского и взрослого населения за медицинской помощью и на основании 150 жалоб населения на неудовлетворительные внешнесредовые условия проживания – за последние три года (Реестр обращений граждан, 2016).

Репрезентативные группы населения жилой застройки, находящейся в зоне риска здоровью (Центральный территориальный округ (ЦТО)), состояли из контингентов, наиболее чувствительных к воздействию. Включали 189 детей в возрасте 3–7 лет и 90 взрослых в возрасте 22–50 лет (преимущественно родители детей), данные которых удовлетворяли комплексу ранее обозначенных медико-биологических, санитарно-гигиенических и социально-экономических требований. Точки проживания обследованных детей из зоны риска здоровью представлены на рис. 9.1.5 [Пережогин А.Н., 2022 b,c].

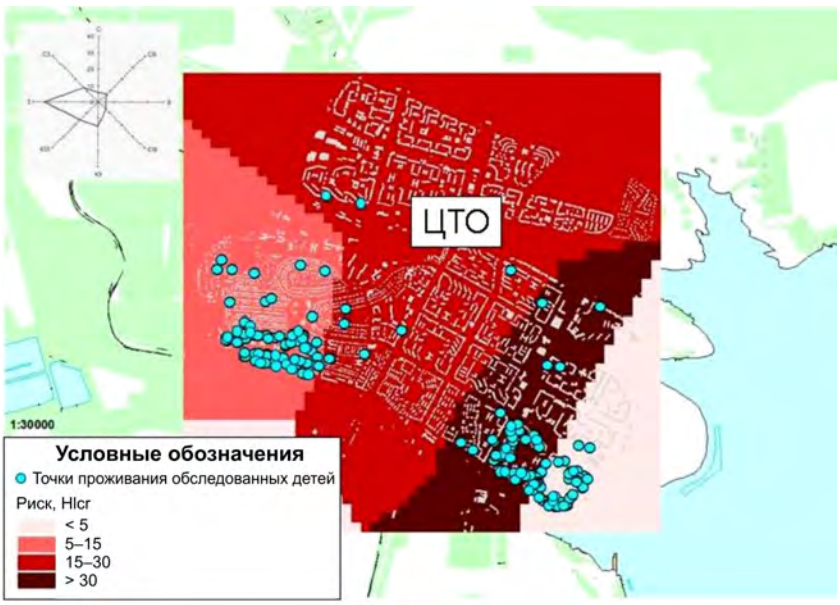


Рис. 9.1.5. Точки проживания обследованных детей, проживающих в зоне риска здоровью

Углубленное медицинское обследование включало социологический опрос по специально разработанной анкете, химико-аналитические, клинические, функциональные, эпидемиологические, общеклинические, биохимические, иммунологические, иммуногенетические исследования. Все этапы реализации алгоритма действий выполнены на основе сравнительных оценок с аналогичными результатами исследования населения на территории с отсутствием или минимальными уровнями содержания изучаемых химических веществ в атмосферном воздухе (на примере территории сравнения – пгт. Листвянка Иркутской области, позиционируемой как рекреационная туристическая зона с развитой инфраструктурой и численностью населения порядка 2,0 тыс. человек).

От каждого обследованного, включенного в выборку (или его представителя), получено письменное информированное согласие на добровольное участие в обследовании, выполненном специалистами амбулаторно-поликлинического отделения и клиники ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления риском здоровью населения» на базе организованных дошкольных и школьных детских коллективов при выезде мобильной бригады на территорию г. Братска и пгт. Листвянка.

Аналитическое обобщение полученных результатов гигиенических оценок показало, что существующая санитарно-эпидемиологическая ситуация на территории г. Братска оценивается как напряженная. Ведущим источником загрязнения объектов среды обитания является хозяйствующий субъект с размещением производства цветных металлов. Вклад его валовых выбросов в общее количество выбросов в атмосферу от стационарных источников города стабильно составляет 72–75 %. На долю объектов целлюлозно-бумажного производства в выбросы приходится до 5 %. Определенный вклад в выбросы в атмосферу вносят объекты топливно-энергетического комплекса (порядка 10–13 %). На долю остальных 90 предприятий, не являющихся принципиально значимыми в формировании рисков здоровью населения, суммарно приходится не более 10 %. Анализируемые субъекты хозяйствования являются источниками выбросов от 38 до 45 наименований токсических веществ, в том числе канцерогенного действия. Производственная деятельность анализируемых субъектов сопровождается значительным загрязнением атмосферного воздуха селитебной застройки города, и по потенциальному риску причинения вреда здоровью они отнесены к I категории.

Комплексный санитарно-гигиенический анализ позволил выделить 23 приоритетных вещества из 45 выбрасываемых в атмосферу. В местах постоянного проживания населения установлено превышение гигиенических нормативов содержания ряда веществ: до 7,5 раза ПДК среднесуточных – это бенз(а)пирен, взвешенные вещества, фториды газообразные, алюминий, формальдегид; до 35 ПДК максимальных разовых – азота диоксид, углерода оксид, сероводород, метилмеркаптан, бензол, фенол, ксилол, этилбензол. Выявлено стабильное присутствие в концентрациях, выше референтных, до 3 раз марганца, никеля, хрома (VI), меди, свинца, фторидов твердых, толуола, метанола, хлора, скипидара и других веществ [База данных № 2016621247; Вековшинина С.А. и др., 2018].

В снежном покрове и атмосферных выпадениях содержание фторидов, марганца, никеля, меди, до 21 раза превышало фоновый уровень. В почве концентрации свинца и фтора до 5 раз превышали гигиенические нормативы. В питьевой воде централизованных систем водоснабжения присутствуют марганец, никель, свинец, фтор, фенол, этилбензол, сероводород, а также в пищевых продуктах – свинец в концентрациях, не превышающих соответствующие ПДК.

Основными источниками формирования высоких уровней загрязнения атмосферного воздуха (вклад от 15 до 99 %) являлись хозяйствующие субъекты. Это производство цветных металлов и целлюлозно-бумажной продукции, относящиеся по основным видам деятельности к чрезвычайно высокой категории потенциального риска причинения вреда здоровью.

Индивидуальный риск здоровью, составляющий гигиеническую проблему, при комбинированном остром и хроническом ингаляционном воздействии химических веществ превышает приемлемый уровень (по величине индекса опасности) до 33 и 45 раз соответственно в отношении развития болезней органов дыхания, иммунной, нервной, сердечно-сосудистой, костной систем, крови, почек, печени, органов зрения, нарушений процессов развития, дополнительной смертности. Факторами, его определяющими, являются бенз(а)пирен, взвешенные вещества, метилмеркаптан, оксиды марганца, никеля, алюминия, соединения фтора и другие вещества. Вклад в индекс опасности составляет от 45 до 100,0 %. Суммарный канцерогенный риск здоровью превышает приемлемый уровень до 5,2 раза и оценивается как очень высокий. Обусловлен формальдегидом, хромом (VI), никелем, бензолом, бенз(а)пиреном, этилбензолом (вклад от 68 до 100 %). Популяционный канцерогенный риск составляет до 8 дополнительных случаев злокачественных новообразований в год.

Оценка риска здоровью при поступлении веществ в организм пероральным путем с питьевой водой, почвой, продуктами питания, а также многосредового риска показала, что приоритетной риск-образующей средой является атмосферный воздух (вклад до 98–100 %).

Аэрогенной экспозиции химических факторов риска подвержено более 55 % от общего количества населения города (133 тыс. человек, из них 12 % детей в воз-

расте от 0 до 17 лет). В зоне наибольшего неприемлемого риска находится более 25 тыс. человек, из них порядка 5,5 тыс. в возрасте 0–17 лет.

Сопоставительный анализ и оценка связи текущих показателей популяционного здоровья с воздействием ведущих факторов риска подтверждают существующие гигиенические проблемы. Популяционное состояние здоровья экспонированного населения селитебной застройки характеризуется неблагоприятными тенденциями. При этом жалобы населения касаются преимущественно неудовлетворительных условий проживания («О зловонных выбросах», «Выбросы, неприятный запах», «О загрязненном воздухе», «Недопустимая концентрация вредных веществ в воздухе» и др.) и нарушений здоровья, связываемых с загрязнением, в первую очередь атмосферного воздуха («О плохом здоровье в результате загрязнения воздуха», «О воздухе, от которого тяжело дышать»).

Установлен повышенный уровень общей смертности населения в анализируемый период относительно среднероссийского показателя (13,6 относительно 13 случаев на 100 тыс. населения), связанный с характерными для России основными причинами смерти – болезнями системы кровообращения и злокачественными новообразованиями.

Рост общей и первичной заболеваемости населения за 5 лет (до 3,7 и 4,8 раза соответственно у детского населения, до 1,3 и 1,7 раза у взрослого населения) выявлен по болезням органов дыхания, нервной системы, костно-мышечной системы, мочеполовой системы, печени, глаз, системы крови, сердечно-сосудистой системы, новообразованиям.

Обращаемость за медицинской помощью экспонированным населением в 1,3–3,6 раза превышала показатели территории сравнения практически по всем анализируемым классам болезней. Риск повышенной до 2,6–3,4 раза относительно территории сравнения заболеваемости детского и взрослого населения болезнями ЦНС, костно-мышечной системы, мочеполовой системы, врожденных аномалий, органов пищеварения, органов дыхания, ассоциированный с воздействием идентифицированных факторов риска, доказанно связан с экспозицией (OR = 1,6–6,7; CI = 1,0–7,6). Факторами экспозиции, достоверно влияющими на вероятность повышения заболеваемости по критическим органам и системам, являются фтористый водород, метилмеркаптан, бензол, этилбензол, фенол, никель, бенз(а)пирен, свинец, марганец, ксилол, азота оксид, углерода оксид (R^2 = 0,120,87; 0,0001 ≤ p ≤ 0,002).

Популяционный риск возникновения дополнительных случаев заболеваний при сохранении текущей санитарно-гигиенической ситуации в следующем году среди детей и взрослых составил суммарно порядка 10,5 тыс. случаев в год, или третью часть от общего количества случаев заболеваний [Землянова М.А. и др., 2020d]. Прогнозируемые экономические потери при реализации риска составляют более 360 млн рублей в год.

В результате углубленных медицинских исследований выборок детей и взрослых, сформированных из зоны наибольшего неприемлемого риска здоровью, факт экспозиции доказан повышенным содержанием в моче и крови экспонированных детей и взрослых комплекса веществ, доказанно связанных с факторами риска [Зайцева Н.В. и др., 2016a]. В табл. 9.1.2 на примере обследованных детей представлены результаты содержания исследуемых химических веществ в биосредах.

Содержание алюминия, марганца, никеля, хрома, фторид-иона, фенола превышало в 4,0–5,7 раза показатели группы сравнения и референтного уровня. Частота регистрации проб с повышенным содержанием этих веществ относительно данных группы сравнения составляла от 22,8 до 89,2 % от общего количества исследованных проб. Кроме этого, в крови (до 88 % проб) был идентифицирован также адекватно экспозиционной нагрузке бензол, толуол, о-, м-, п-ксилолы, этилбензол, не определяемые у детей группы сравнения [База данных № 2016621683].

В натурных исследованиях с привлечением взрослых волонтеров у экспонированных лиц выявлено, что твердые частицы размером менее 1,5 мкм (до 47 %) и максимально округлой формы (до 88 %) достигают нижних дыхательных путей.

Таблица 9.1.2

Сравнительный анализ содержания химических веществ в биосредах детей в возрасте 4–7 лет из зоны наибольшего риска здоровью

Биосреда	Вещество	Содержание в биосреде ($M \pm m$), мг/дм^3		Доля проб с повышенным показателем относительно группы сравнения, %	Кратность различий между средними значениями в группах	Достоверность различий средних ($p \leq 0{,}05$)
		группа наблюдения	группа сравнения			
Кровь	Марганец	0,012 ± 0,001	0,008 ± 0,001	91,3	1,5	*0,0001*
	Никель	0,004 ± 0,001	0,001 ± 0,0004	63,8	4,0	*0,0001*
	Свинец	0,017 ± 0,003	0,011 ± 0,0043	47,8	1,6	*0,036*
	Хром	0,005 ± 0,001	0,001 ± 0,0003	100,0	5,0	*0,0001*
	Медь	0,877 ± 0,140	0,667 ± 0,114	57,4	1,3	*0,024*
	Бенз(а)-пирен	0,00003 ± 0,000005	нпо	7,4	–	0,233
	Формаль-дегид	0,025 ± 0,004	0,013 ± 0,005	55,6	1,9	*0,001*
	Метиловый спирт	0,935 ± 0,191	0,723 ± 0,193	40,0	1,3	0,123
	Фенол	0,053 ± 0,006	0,022 ± 0,005	89,6	2,4	*0,0001*
	Бензол	0,002 ± 0,0002	нпо	84,4	–	*0,0001*
	О-ксилол	0,005 ± 0,0005	нпо	88,2	–	*0,0001*
	М-, п-ксилол	0,0008 ± 0,0001	нпо	71,1	–	*0,0001*
	Толуол	0,0014 ± 0,0003	нпо	14,3	–	*0,003*
	Этилбензол	0,0003 ± 0,0001	нпо	24,4	–	*0,001*
Моча	Алюминий	0,046 ± 0,006	0,005 ± 0,002	97,9	9,2	*0,0001*
	Фторид-ион	0,592 ± 0,076	0,337 ± 0,075	68,9	1,8	*0,0001*

Примечание: нпо (ниже предела обнаружения): бензол – 0,005 мг/дм^3; о-ксилол – 0,03 мг/дм^3; м-, п-ксилол – 0,014 мг/дм^3; толуол – 0,01 мг/дм^3; этилбензол – 0,007 мг/дм^3, бенз(а)пирен – 0,00002 мг/дм^3; при обнаружении вещества в биосреде ниже нпо в расчеты брали ½ НПО.

Пример гистограммы распределения твердых частиц в дыхательных путях представлен на рис. 9.1.6. Наибольшей проникающей способностью обладают частицы с формой, приближенной к сфере.

В крови идентифицируются твердые икосаэдричские частицы размером от 1,5 мкм до 10 нм до 90,5 % различного химического состава [Зайцева Н.В. и др., 2023b]. (рис. 9.1.7, 9.1.8).

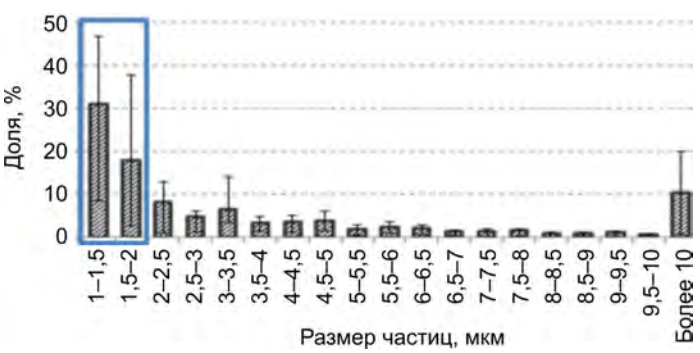


Рис. 9.1.6. Гистограмма распределения твердых частиц в нижних дыхательных путях

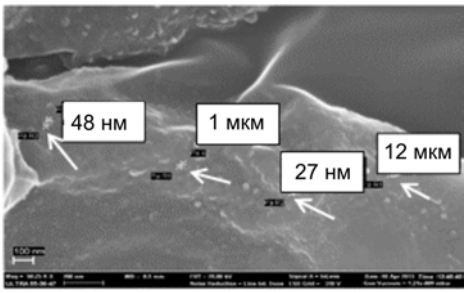


Рис. 9.1.7. Идентификация твердых частиц в крови методом растровой электронной микроскопии

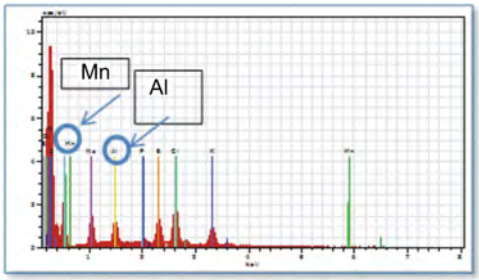


Рис. 9.1.8. Рентгеноспектральный анализ твердых частиц в крови. Концентрация в крови: Mn 0,08 и Al 0,08 мг/дм^3

Особенностями нарушений состояния здоровья обследованных лиц являлось развитие клеточно-молекулярных и системных негативных эффектов, отражающих этиопатогенетический механизм негативного действия токсикантов. Примеры моделей зависимостей, отражающих причинно-следственные связи вероятности развития заболеваний с концентрацией химических веществ в биосредах детей, представлены в табл. 9.1.3. На примере детского контингента показано, что при повышенном содержании указанных веществ в биосредах выявлена повышенная частота болезней органов дыхания воспалительного, лимфопролиферативного и аллергического характера (до 3 раз чаще относительно группы сравнения, $p \leq 0{,}0001$) [Землянова М.А., и др., 2020; Пережогин А.Н., 2021]. При этом развитие общей и специфической сенсибилизации, повышенной чувствительности характерно для воздействия формальдегида, никеля, хрома. Процесс сопровождается снижением активности иммунорегуляции, выявляемой до 2 раз чаще относительно данных группы сравнения ($p \leq 0{,}001$) [Долгих О.В. и др., 2020].

Таблица 9.1.3

Параметры моделей причинно-следственных связей вероятности развития заболеваний с концентрацией химических веществ в биосредах детей

Маркер экспозиции (вещество в биосреде)	Параметры модели		Критерий Фишера ($F \geq 3{,}96$)	Коэффициент детерминации R^2	Вклад веществ в дополнительные случаи заболеваний, %	Достоверность модели ($p \leq 0{,}05$)
	$b_0 \pm m$	$b_1 \pm m$				
Хронические болезни органов дыхания аллергического генеза						
Формальдегид в крови	-3,306 ± 0,004	90,131 ± 44,93	180,80	0,48	15,4	0,0001
Хром в крови	-2,455 ± 0,005	45,113 ± 22,17	150,21	0,48	9,3	0,0001
Никель в крови	-2,649 ± 0,001	13,652 ± 2,204	84,36	0,31	5,0	0,0001
					∑ = 26,1	
Хронические лимфопролиферативные болезни органов дыхания						
Фторид-ион в моче	-0,679 ± 0,001	0,445 ± 0,002	89,59	0,25	39,3	0,0001
Марганец в крови	-0,539 ± 0,001	6,362 ± 0,671	60,38	0,20	36,9	0,0001
					∑ = 60,0	
Хронические воспалительные заболевания верхних дыхательных путей						
Никель в крови	-0,953 ± 0,001	70,97 ± 23,43	59,82	0,18	50,0	0,0001
Фторид-ион в моче	-0,351 ± 0,002	45,21 ± 10,11	74,55	0,23	42,4	0,0001
Алюминий в моче	-1,027 ± 0,001	12,17 ± 1,49	194,34	0,29	31,2	0,0001
					∑ = 75,7	

Действие алюминия, марганца, ксилолов у более 50 % детей проявлялось нарушением баланса нейромедиаторов, гормонов гипофизарно-надпочечниковой оси и окислительно-антиоксидантных процессов. Выявленные нарушения лежат в основе перенапряжения вегетативной регуляции [Зайцева Н.В. и др., 2016b]. Это подтверждает до 1,5 раз большую частоту регистрации болезней нервной системы в виде синдрома гиперреактивности с дефицитом внимания и вегетативных дисфункций ($p \leq 0{,}003$).

Патология опорно-двигательного аппарата, регистрируемая в 2 раза чаще, преимущественно в виде деформации осанки и остеопенического синдрома, верифицируется нарушением процессов метаболизма костной ткани и остеорегуляции ($p \leq 0{,}001$). Это отражает специфическое действие фторорганических соединений и алюминия. У каждого второго ребенка наблюдались функциональные нарушения со стороны печени и желчевыводящих путей, подтверждающие действие ароматических углеводородов.

На основании анализа установленной системы последовательных параметризованных причинно-следственных связей от источников загрязнения атмосферного воздуха веществами, тропными к критическим органам и системам (нервная, иммунная системы, органы дыхания, опорно-двигательный аппарат), до факта состоявшегося хронического заболевания выявленные дополнительные случаи у экспонированных детей (групповой уровень) идентифицированы как риск-реализованные [Зайцева Н.В., 2019; Патент № 2670769], а именно:

– со стороны нервной системы в виде синдрома гиперреактивности с дефицитом внимания и вегетативных дисфункций в результате нейромедиаторного дисбаланса и нарушения нейрогенеза;

– органов дыхания и иммунной системы – патологии воспалительного, лимфопролиферативного и аллергического характера с вовлечением верхних и средних отделов дыхательных путей, вторичных иммунодефицитных состояний;

– опорно-двигательного аппарата – патология в виде деформации осанки в результате нарушения резорбции, минерализации и микроархитектоники костной ткани.

Химические вещества – алюминий, марганец, хром, никель, фтор, бензол, этилбензол, толуол, ксилол, фенол, формальдегид – идентифицированы как факторы, непосредственно обусловливающие патоморфоз риск-реализованных нарушений здоровья экспонированных лиц. Ключевыми эффектами, объединяющими этиопатогенетический механизм действия изученного комплекса соединений, являются цитотоксический, иммунотропный, активация процессов окисления [Землянова М.А. и др., 2020; Долгих О.В. и др., 2020].

На основании результатов гигиенической диагностики доля детей с повышенным содержанием в биосредах риск-реализующих веществ (индивидуальный уровень), у которых впервые выявленные хронические заболевания по системе причинно-следственных связей, установленных на групповом уровне, квалифицированы как риск-реализованные, составила 72 % от общего числа обследованных.

Вместе с тем на основе сопоставительного анализа перечней приоритетных веществ, выявленных в ходе углубленных исследований и предусмотренных к регулированию планами воздухоохранных мероприятий хозяйствующих субъектов города, установлены существенные расхождения, свидетельствующие о недооценке реального воздействия компонентов выбросов на здоровье населения [Землянова М.А. и др., 2020]. В связи с этим уточнен список соединений, в отношении которых дополнительно требуется разработка (алюминий, марганец, хром, никель, бензол, этилбензол, толуол, ксилол) или корректировка (фтор, фенол) существующих мероприятий по ограничению выбросов в атмосферный воздух. Уточнен перечень конкретных заболеваний и состояний (хронический тонзиллит, фарингит, аденотонзиллит, аллергический ринит, бронхиальная астма, синдром вегетативной дистонии, астеновегетативный синдром, синдром гиперреактивности с дефицитом внимания, общий вариабельный иммунодефицит, дорсопатия, нарушение осанки), требующих дополнительных медико-профилактических мер, построенных на принципах доказательности связи нарушений здоровья с воздействием риск-реализующих веществ.

Результаты, полученные в рамках реализации алгоритма действий при проведении направленных санитарно-эпидемиологических исследований на примере г. Братска, позволили доказать связь выявленных и риск-реализованных нарушений здоровья населения с воздействием техногенных химических факторов, преимущественным источником которых является хозяйственная деятельность субъектов по производству цветных металлов и целлюлозно-бумажному производству. Иных причин повышенного риска возникновения заболеваний у населения из зоны экспозиции, кроме условий, связанных с ненадлежащим качеством атмосферного воздуха, не установлено.

На представленном примере наглядно продемонстрировано, что обоснованный алгоритм действий специалистов органов и организаций Роспотребнадзора в рамках направленных санитарно-эпидемиологических исследований является эффективным. Обеспечивает установление и доказательство связи выявленных и риск-реализованных нарушений здоровья населения с воздействием техногенных химических факторов; позволяет уточнить перечень химических веществ, в отношении которых необходима разработка или корректировка мероприятий по снижению выбросов в атмосферу; расширяет перечень критических органов и систем для повышения эффективности прогнозирования ожидаемых риск-реализованных нарушений здоровья; позволяет обосновать адекватный перечень адресных медико-профилактических мероприятий, направленных на предотвращение и снижение негативных последствий причинения вреда здоровью экспонированного населения.

Полученные результаты, выводы и научно обоснованные рекомендации, оформленные в виде экспертного заключения и переданные в Управление Роспотребнадзора по Иркутской области, явились основанием для разработки и принятия аргументированных управленческих решений:

– органами исполнительной власти г. Братска разработаны планы мероприятий, направленных на обеспечение комфортной среды обитания граждан, в том числе Комитетом по законодательству о природопользовании, экологии и сельскому хозяйству Иркутской области согласованы решения по разработке и реализации Программы «Обеспечение экологической безопасности на территории города Братска на 2019–2021 годы», а также по разработке плана мероприятий по результатам доклада материалов на заседании Координационного совета при Правительстве Иркутской области по вопросам охраны окружающей среды и природопользования по теме «Экологическая ситуация в г. Братске» (2018);

– хозяйствующими субъектами разработаны мероприятия по корректировке организационных, технологических, санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на снижение остаточных рисков, связанных с риск-реализующими веществами, в том числе фтористым водородом, метилмеркаптаном, бенз(а)пиреном, фенолом;

– Администрацией города включены в комплексные планы воздухоохранных мероприятий и поставлены на контроль меры по снижению валовых выбросов в атмосферный воздух диАлюминия триоксида, марганца и его соединений, хрома и его соединений, никеля оксида, бензола, толуола, этилбензола, ксилолов;

– Управлением Роспотребнадзора по Иркутской области обоснован список приоритетных веществ для приоритизации мероприятий комплексного Плана по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух г. Братска; уточнены программы лабораторного сопровождения и обязательных требований в части качества атмосферного воздуха с акцентом на ключевые по критериям здоровья примеси (марганец, алюминий, никель, хром (VI), фторид водорода, бензол, толуол, ксилол, формальдегид); дополнена оценка рисков здоровью данными о фактической заболеваемости населения города по видам нарушений здоровья, идентифицированным как риск-реализованные (болезни органов дыхания, нервной системы, иммунной системы, костно-суставного аппарата).

Принятые и реализованные управленческие решения по разработке компенсационных мер еще раз подтвердили эффективность представленного алгоритма действий по проведению направленных санитарно-эпидемиологических исследова-

ний. Практическое внедрение представленных рекомендаций имело существенное значение для повышения качества жизни населения города, особенно уязвимых категорий.

Таким образом, реализация предложенных научно обоснованных подходов к выполнению направленных санитарно-эпидемиологических исследований, адекватных напряженности ситуации, позволит существенно повысить эффективность принятия управленческих решений по планированию и внедрению мероприятий, обеспечивающих снижение остроты гигиенических проблем, предотвращение возникновения риска и его реализации в отношении здоровья населения городских поселений с интенсивной текущей экономической деятельностью или с нерешенными проблемами накопленного промышленного ущерба.

9.2. Методология и практика объективизации и анализа причинно-следственных связей между воздействием риск-индуцирующих факторов и состоянием здоровья населения для оптимизации управленческих решений

В современных условиях актуализация задачи сбережения демографического потенциала страны, необходимость постоянного развития и совершенствования методов научного анализа и прогноза для оптимизации управленческих решений с позиций обоснованности, эффективности, своевременности, конкретности и др., множественности и неопределенности существующих рисков здоровью сохраняют свою актуальность и востребованность [Авалиани С.Л. и др., 2014; Онищенко Г.Г., 2014; Попова А.Ю. и др., 2014, 2017, 2019; Ракитский В.Н. и др., 2020; Зайцева Н.В. и др., 2022].

Важность обеспечения экспертно-аналитической поддержки принятия решений носит национальный и глобальный характер. Это подчеркивается в руководящих документах, подготовленных в рамках государственного развития Российской Федерации [Указ Президента РФ от 07.05.2018 № 204; Указ Президента РФ от 21.07.2020 № 474], семинаров Всемирной организации здравоохранения (WHO), Международной организации по программе химической безопасности (IPCS), Центра по контролю и профилактике заболеваний (CDCP), Научного комитета по рискам здоровью и окружающей среде (SCHER) [US EPA, 2007; WHO/IPCS framework, 2011; Scientific Committee on Health and Environmental Risks, 2011; State of Global Air/2018, 2018; Centers for Disease Control and Prevention, 2019; WHO. Global air quality guidelines, 2021; Global Health Observatory, 2023]. В стратегических задачах прорывного развития РФ в числе целевых показателей на перспективу запланировано снижение совокупного объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух крупных промышленных центров к 2024 г. на 22 %, а к 2030 г. – снижение выбросов опасных загрязняющих веществ, оказывающих наибольшее негативное воздействие на среду обитания и здоровье человека, в два раза.

К числу результативных механизмов осуществления адекватных предупредительных и регулирующих мер для практического достижения обозначенных национальных целей в рамках реализации функций и полномочий Роспотребнадзора относится повышение информативности получаемых исходных данных по приоритетным веществам, требующим первоочередного регулирования [Зайцева Н.В. и др., 2020, 2022].

В связи с этим приобретает особую значимость и диктует необходимость повышения эффективности научно-методических подходов к выделению тех компонентов, поступающих в объекты среды обитания, которые оказывают наибольшее негативное воздействие на здоровье населения (приоритизация веществ). Следую-

щим шагом является приоритизация негативных эффектов, ассоциированных с экспозицией приоритетных веществ. Объективизация анализа и точности проводимых оценок причинно-следственных связей между воздействием факторов риска и выявляемых нарушений состояния здоровья экспонированного населения обеспечивает увеличение адекватности политики смягчения последствий [Попова А.Ю. и др., 2017b; Клейн С.В., 2017; Ефимова Н.В., 2020; Карелин А.О. и др., 2019; Ракитский В.Н. и др., 2020; Зайцева Н.В. и др., 2017w, 2020j; 2022e].

В настоящее время инструментом гигиенических оценок в системе причинно-следственных связей «среда – здоровье» является методология оценки риска. Постоянное совершенствование теоретических основ концепции оценки риска, ориентированной на активное использование результатов социально-гигиенического мониторинга как базовой методологии управления санитарно-эпидемиологической ситуацией, безусловно, делает управленческие решения более целенаправленными как на популяционном, так и на индивидуальном уровне [Ракитский В.Н и др., 2019, 2020; Новиков С.М. и др., 2016; Сетко А.Г. и др., 2020]. Сильными сторонами поэтапной реализации процедуры оценки риска при воздействии химических загрязнений являются [Зайцева Н.В., 2019s; Ракитский В.Н. и др., 2019; Клейн С.В. и др., 2017b]:

- оперативность текущих и прогнозных оценок;
- возможность дефрагментации рисков с указанием на вероятные ответы со стороны здоровья и контингенты риска;
- возможность оценки долевых вкладов в риск факторов и их источников;
- возможность оценки эффективности реализованных мер по критериям остаточного риска.

Данные подходы во многих регионах России являются достаточно результативными для обоснования и принятия управленческих решений, направленных на обеспечение надлежащего качества объектов среды обитания и минимизацию рисков здоровью [Степанова Л.П. и др., 2011; Монография, 2014; Онищенко Г.Г. и др., 2014; Ракитский В.Н. и др., 2019; Валеуллина Н.Н. и др., 2019; Рахманин Ю.А., 2015].

Вместе с тем накопленный опыт проводимых в России исследований в большей части свидетельствует, что по результатам анализа риска в основном можно установить приемлемость для здоровья населения априорных рисков, определить перечни веществ, их формирующих, и критических органов и систем, к которым тропны факторы риска [Попова А.Ю. и др., 2017b; Зайцева Н.В. и др., 2015c; Ракитский В.Н. и др., 2020; Кацнельсон Б.А. и др., 2007; Онищенко Г.Г. и др., 2002; Авалиани С.Л. и др., 2014]. Но, как свидетельствует практика, в настоящее время есть понимание того, что результаты оценки риска имеют высокий уровень неопределенности и не всегда адекватны реальным уровням заболеваемости и смертности населения, а также химическим загрязнениям, с воздействием которых ассоциированы фактические дополнительные медико-демографические потери [Землянова М.А. и др., 2020c; Зайцева Н.В. и др., 2020i,k; 2021h; 2022e Землянова М.А. и др., 2020d]. Высокий уровень неопределенности результатов [ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011] является следствием:

- неполных данных о факторах опасности и уровнях экспозиции;
- условности экстраполяции экспериментальных данных на человека и результатов кратковременных исследований на длительные периоды;
- неоднозначности оценки воздействия комплекса примесей;
- отсутствия дифференцированных критериев воздействия одного вещества на разные органы и системы и т.п.

В результате нередкими становятся факты расхождения выводов об опасности воздействия как в сторону переоценки, так и недооценки расчетного риска по отношению к реализованному.

Получаемые данные свидетельствуют, что для объективизации анализа причинно-следственных связей между нарушениями здоровья и воздействием химических факторов риска необходимо проведение сопоставительного критериального

анализа информативных показателей риска и его пространственного распределения в жилой застройке с данными фактической заболеваемости экспонированных лиц. Это позволит уточнить зоны наибольшего воздействия факторов риска [Зайцева Н.В. и др., 2017w; Клейн С.В. и др., 2017b; Тихонова И.В., 2020b]. Обозначенный подход позволяет объективизировать результаты оценки расчетных рисков, исключить их аггравацию или недоучет [Май И.В. и др., 2015; Зайцева Н.В. и др., 2015a, 2017t; Землянова М.А. и др., 2020c; 2022]. В ряде случаев специальные исследования могут выявить факторы риска, специфичные для территории и не выявляемые расчетными методами [Зайцева Н.В. и др., 2017w, 2019n].

Это является необходимым для лиц, принимающих решения на всех уровнях государственного управления, поскольку позволяет предотвратить ситуации, когда аггравация (переоценка) рисков приводит к необоснованным экономическим затратам на воздухоохранные (технологические, организационные, санитарно-гигиенические и др.) мероприятия, т.е. принимаемые меры являются избыточными и неэффективными. Вторичными последствиями может являться опасность снижения вложений в иные влияющие факторы.

Недооценка рисков может приводить к отсутствию прогнозируемой положительной динамики здоровья подверженного населения при выполнении мероприятий, т.е. предпринимаемые меры свидетельствуют о их недостаточности и малой эффективности. В качестве вторичных эффектов может последовать социальная напряженность и недоверие к власти и бизнесу [Зайцева Н.В. и др., 2017w, 2021h; Landrigan P.J. et al., 2011; Morgenstern H., 1995; Флетчер Р. и др., 1998; Гланц С. и др., 1998; Землянова М.А. и др., 2020d].

Обеспечение решения данных проблем наиболее эффективно может быть достигнуто с использованием методологии оценки риска на этапе рекогносцировочных исследований, результаты которых могут быть уточнены и конкретизированы эпидемиологическими и специальными медико-гигиеническими исследованиями населения, доказывающими вред здоровью, фактически причиненный вследствие нарушения обязательных требований санитарного законодательства. Пути объективизации гигиенических оценок и повышения адекватности политики смягчения последствий представлены на рис. 9.2.1.

Рис. 9.2.1. Пути объективизации гигиенических оценок и повышения адекватности политики смягчения последствий

При этом развитие и совершенствование научно-методических основ и практических инструментов, обеспечивающих установление и доказательство фактов реализации рисков здоровью населения в зонах наиболее высоких уровней экспозиции, повышает точность и надежность полученных результатов.

Факт и степень тяжести риск-реализованных нарушений здоровья (причинение вреда) в виде дополнительных случаев хронических заболеваний, детерминированных воздействием экспозиции химического фактора, устанавливают по комплексу обязательных гигиенических и медико-биологических квалифицирующих показателей и критериев, учитывающих в том числе обоснованные маркеры экспозиции и эффекта (ответа). Результирующим итогом является составленный перечень конкретных лиц, здоровью которых причинен вред [Зайцева Н.В. и др., 2017, 2021; Землянова М.А. и др., 2019]. При этом важным элементом анализа является картографическая привязка мест проживания лиц с выявленными фактами причинения вреда к топооснове территории, что позволяет уточнить зону распределения фактически причиненного вреда [Клейн С.В. и др., 2017]. Выделение пространственно-распределенных зон неприемлемого риска, уточненных результатами выделения зон фактического причинения вреда в местах проживания населения, оценка вклада отдельных хозяйствующих субъектов в риски для здоровья с учетом риск-реализующих веществ [Клейн С.В. и др., 2017], проведение сопоставительных эпидемиологических и углубленных медико-биологических исследований для формирования надежной доказательной базы причинения вреда здоровью населения [Землянова М.А., 2022] позволят обеспечить не только нормативное качество объектов среды обитания, но и минимизировать негативные последствия воздействия многокомпонентного загрязнения, специфичного для каждого поселения, на здоровье граждан [Зайцева Н.В. и др., 2020k]. При этом применение в анализе причинно-следственных связей системы биомаркеров для оценки степени фактической реализации рисков повышает точность расчетных оценок [Зайцева Н.В. и др., 2017t; Землянова М.А., 2019a; WHO. Biomarkers in Risk Assessment, 2001c; Academy of Medical Sciences, 2007].

Повышение точности оценок для приоритизации веществ в условиях многосредового воздействия широкого спектра комбинированных химических экспозиций, определяющих развитие негативных эффектов / ответов, в том числе коморбидных им состояний [Маклакова О.А. и др., 2020; Кольдибекова Ю.В., 2020], обеспечивается доказательством их практического участия в реализации рисков здоровью экспонированных лиц на групповом и индивидуальном уровне. Сопоставление риск-реализующих веществ с компонентным составом выбросов и / или сбросов, планируемых к регулированию по конкретным веществам [Зайцева Н.В. и др., 2020i], приобретает особую значимость для задач исключения недооценки или переоценки расчетных значений рисков [Май И.В. и др., 2015; Зайцева Н.В. и др., 2015a; Попова А.Ю. и др., 2017a].

Особая практическая значимость полученной фактической и детальной информации связана с тем, что позволяет существенно повысить эффективность объективизации анализа причинно-следственных связей между воздействием факторов среды обитания и нарушениями состояния здоровья населения и может быть использована в качестве информационной основы обоснования и организации стратифицированных мероприятий по профилактике и митигации негативных последствий воздействия [Зайцева Н.В., 2019s]. Это является необходимым для лиц, принимающих решения на всех уровнях государственного управления, поскольку позволяет предотвратить ситуации, когда аггравация рисков приводит к необоснованным экономическим затратам на воздухоохранные (технологические, организационные, санитарно-гигиенические и др.) мероприятия, а недооценка риска – к отсутствию прогнозируемой положительной динамики здоровья подверженного населения при выполнении мероприятий [Ракитский В.Н. и др., 2020; Май И.В. и др., 2015; Попова А.Ю. и др., 2017b]. Решение такой задачи в настоящее время имеет высокую практическую значимость для осуществления в условиях моратория контрольно-надзорной

деятельности Роспотребнадзора в отношении хозяйствующих субъектов, формирующих риски.

В совокупности полученные результаты по доказательности реализации риска в виде причинения вреда здоровью экспонированного населения вследствие негативного воздействия химических нагрузок в сопоставлении с результатами априорного риска здоровью позволяют объективизировать результаты гигиенических оценок [Зайцева Н.В. и др., 2016, 2017, 2021], а именно:

♦ уточнить по отношению к расчетным данным размеры фактической зоны наибольшего воздействия (причинения вреда) химических веществ;

♦ уточнить численность и возрастную структуру лиц с причиненным вредом для учета, планирования и реализации медико-профилактических мероприятий в отношении этих лиц;

♦ приоритизировать перечень веществ, являющихся риск-реализующими, в составе выбросов и / или сбросов для дальнейшего обязательного учета, мониторинга и регулирования;

♦ идентифицировать источник (деятельность хозяйствующего субъекта) и оценить его вклад в риски с учетом риск-реализующих веществ для планирования контрольно-надзорной деятельности в отношении этого субъекта;

♦ получить количественные прогнозы реализации риска по критериям массовых дополнительных случаев заболеваний, ассоциированных с воздействием химических факторов риска;

♦ установить ранее неизвестные персонализированные профили устойчивых форм состоявшихся риск-реализованных неинфекционных заболеваний для дальнейшего учета и мониторинга;

♦ доказать этиопатогенетическую роль и ключевые точки модифицирующего действия риск-реализующих веществ в механизме формирования реально выявленных в углубленных исследованиях нарушений здоровья для обоснования этиопатогенетически мотивированных схем лечебно-профилактических мероприятий;

♦ обосновать и детально сформулировать групповые и индивидуальные комплексы рекомендаций для митигации рисков и причиненного вреда, адекватных текущей гигиенической ситуации и состоянию здоровья, включающих медико-профилактические технологии, диспансерное наблюдение, дистанционное консультирование, информирование населения и др.

В конкретном исследовании представлены результаты сравнительного критериального анализа, выполненного на примере оценки воздействия на органы дыхания у детей 4–7 лет химических компонентов крупного предприятия по переработке руд цветных металлов. Сделанные выводы позволили сформулировать существенные различия в информативности показателей, полученных в ходе расчета и оценки риска и установления фактической его реализации (причинения вреда здоровью) в условиях негативных воздействий аэрогенного химического фактора [Тихонова И.В., 2020b].

В ходе исследований, выполненных на предварительном этапе, решены задачи комплексного гигиенического анализа влияния деятельности изучаемого хозяйствующего субъекта на состояние объектов среды обитания в сопряжении с оценкой риска здоровью в виде прогнозируемой дополнительной заболеваемости.

Анализ качества объектов среды обитания в селитебной застройке и основных путей воздействия потенциально опасных для критических органов и систем химических компонентов позволил количественно и пространственно оценить аэрогенную экспозицию как приоритетный вид воздействия на органы дыхания. Определено, что хронический неканцерогенный риск развития заболеваний органов дыхания (в целом по классу болезней) у детей в зоне экспозиции до 50 раз превышает приемлемый уровень (рис. 9.2.2) [Кольдибекова Ю.В. и др., 2019]. Подвергается экспозиции порядка 15 тыс. детского населения.

Установлен ранжированный перечень факторов риска, включающий 19 веществ (вклад в величину *HI* от 1,8 до 17,9 %), характеризующихся однонаправленно-

стью повреждающего действия на органы дыхания: взвешенные вещества, в том числе частицы PM_{10} и $PM_{2.5}$, медь, формальдегид, марганец, алюминий, азота оксид и азота диоксид, серы диоксид, фториды газообразные, ксилол, толуол, натрия гидроксид, никель, пыль неорганическая с содержанием SiO_2 20–70 %, хром (VI), углерод черный, ванадий (V). Обращают на себя внимание результаты расшифровки химического и морфологического состава взвешенных веществ. Представлены преимущественно частицами $PM_{2.5}$ неправильной формы и сложного химического состава, в том числе оксиды кремния и алюминия суммарно составляют до 19 %, хрома – 17 %, никеля – 9 %, марганца – 1 % [Тихонова И.В., 2019].

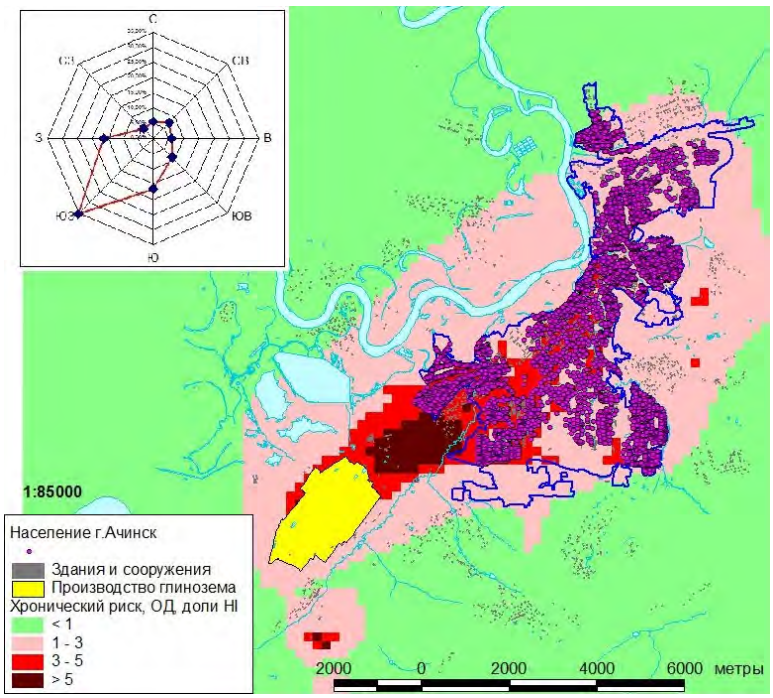


Рис. 9.2.2. Зона экспозиции, формирующей неканцерогенный хронический риск развития заболеваний органов дыхания, точки проживания углубленно обследованных детей жилой застройки

Прогнозируется эволюционное нарастание дополнительного риска нарушений функций органов дыхания у населения в возрасте от 23 лет при сохраняющемся воздействии комплекса веществ. Источником формирования этих рисков является хозяйствующий субъект по переработке руд цветных металлов, относящийся к чрезвычайно высокой категории потенциальной опасности причинения вреда здоровью населения [Горяев Д.В., 2017].

При проведении углубленной оценки реализации рисков развития болезней органов дыхания у детей в зоне аэрогенной экспозиции на основе эпидемиологических исследований и оценки причинно-следственных связей с экспозицией приоритетных факторов риска выполнена верификация расчетных величин риска заболеваний фактическими данными о заболеваниях органов дыхания (по обращаемости за медицинской помощью в течение предыдущего года) (табл. 9.2.1).

Анализ полученных результатов показал риск возникновения конкретных форм заболеваний органов дыхания (по данным обращаемости за медицинской помощью) выше расчетных величин оценки риска, полученного в целом по классу бо-

лезней. Так, у детей в зоне аэрогенной экспозиции риск развития аллергического ринита в 4,6 раза, хронического ринита в 30,3 раза, хронического тонзиллита в 3,0 раза, гипертрофии аденоидов в 1,7 раза, хронических болезней миндалин и аденоидов в 3,4 раза, бронхиальной астмы в 10,1 раза выше относительно соответствующих данных детей, не подвергающихся экспозиции.

На основании сравнительного анализа клинико-функциональных, гематологических, биохимических, иммунологических и иммуногенетических показателей развития заболеваний органов дыхания у экспонированных детей и параметризации установленных причинно-следственных связей обоснованы биомаркеры экспозиции, тропные к органам дыхания: марганец (максимальная недействующая концентрация до 0,012 мг/дм^3), медь (до 0,60 мг/дм^3), хром (до 0,002 мг/дм^3), никель (до 0,003 мг/дм^3), о-ксилол (до 0,0001 мг/дм^3), формальдегид (до 0,04 мг/дм^3), в моче алюминий (до 0,017 мг/дм^3), фторид-ион (до 0,45 мг/дм^3); биомаркеры негативных эффектов (снижение индекса эозинофилии, повышение CD127-лимфоцитов, CD3$^+$ CD95$^+$-лимфоцитов, IgE общего, IgE специфического к марганцу и хрому, IgG специфического к алюминию, МДА, АОА, СОД, p53, Bax, Bcl-2, IL-1бета, TNF-рецептора, рестриктивный или обструктивный тип внешнего дыхания легких, снижение суммарного воздушного потока через носовые ходы); выделены особенности развития заболеваний органов дыхания у детей.

Таблица 9.2.1

Связь аэрогенного воздействия приоритетных факторов риска с развитием заболеваний органов дыхания у детского населения (данные обращаемости за медицинской помощью)

Нозологическая форма заболевания (диагноз по МКБ-10)	Детское население	Количество случаев заболеваний, абс.		Отношение шансов (*OR*) и его доверительный интервал (95 % DI)	Отношение рисков (*RR*)
		под воздействием	без воздействия		
Аллергический ринит (J30)	Территория исследования	116	11148	4,70 [2,59–8,52]	4,64
	Территория сравнения	12	5417		
Астма (J45)	Территория исследования	21	11243	10,14 [1,36–75,39]	10,11
	Территория сравнения	1	5428		
Хронические болезни миндалин и аденоидов (J35)	Территория исследования	140	11124	3,40 [2,13–5,44]	3,36
	Территория сравнения	20	5409		
Хронический ринит (J31.0)	Территория исследования	63	11201	30,53 [4,23–220,18]	30,28
	Территория сравнения	1	5428		
Хронический тонзиллит (J35.0)	Территория исследования	392	10872	3,12 [2,38–4,09]	3,01
	Территория сравнения	62	5367		
Гипертрофия аденоидов (J35.2)	Территория исследования	1290	9974	1,84 [1,63–2,08]	1,70
	Территория сравнения	357	5072		

В целом воздействие идентифицированных в крови детей марганца, хрома, никеля, меди, ксилолов, формальдегида и в моче алюминия, фторид-иона в концентрациях, в 2,1–4,2 раза превышающих показатели в группе сравнения и референтные уровни, доказанно связанных с факторами экспозиции, обусловливает развитие клинических, функциональных и лабораторных проявлений хронических лимфопролиферативных, воспалительных, в том числе с аллергическим компонентом, заболеваний верхних, средних и нижних отделов органов дыхания, имеющих повышенную частоту встречаемости и большую степень выраженности у детей обследованной выборки.

Анализ установленной системы последовательных причинно-следственных связей от источника выбросов загрязняющих веществ, тропных к органам дыхания, до фактов состоявшегося хронического заболевания, установленных на групповом уровне, позволил обосновать обязательные гигиенические и медико-биологические критерии квалифицирующих признаков фактически причиненного вреда здоровью, детерминированного воздействием аэрогенного химического фактора [Землянова М.А. и др., 2019b] (табл. 9.2.2).

Таблица 9.2.2

Обязательные гигиенические и медико-биологические критерии квалифицирующих признаков причиненного вреда здоровью детей в виде фактически состоявшегося хронического заболевания органов дыхания, детерминированного воздействием аэрогенного химического фактора

Группа признаков		Показатель	Критерий	
Гигиенические	*Длительность аэрогенной экспозиции химических факторов риска, лет*	Марганец, хром, никель, медь, алюминий, ксилол, гидрофторид, формальдегид в атмосферном воздухе	Более 3 лет	
	Риск здоровью	Критические органы и системы – органы дыхания	*HI* > 5	
Содержание веществ в биосредах	*Биомаркеры экспозиции, мг/дм^3*	В крови – марганец, хром, никель, медь, о-ксилол, формальдегид; в моче – фторид-ион, алюминий	От 5 до 8 веществ из 8 маркеров	↑ на *20 % и более от Ref*
	Причинно-следственная связь	«Экспозиция – маркер экспозиции»	Достоверная (при $F > 3{,}96$; $R^2 > 0{,}1$; $p \leq 0{,}05$) параметризированная (b_0, b_1) связь на групповом уровне	
Функциональные и лабораторные показатели	*Биомаркеры негативных эффектов*	*Функциональные*		
		Суммарный объем воздушного потока через полость носа	Один из 2 показателей	↓ на *15 % и более от N*
		Функция внешнего дыхания (ФЖЕЛ или ОФВ$_1$)		↓ на 70 *% и более от N*
		Лабораторные		
		Индекс эозинофилии, IgE общий, IgE специф. к Mn, Cr, IgG специф. к Al, CD3$^+$CD95$^+$лимф., CD127$^-$ лимф., МДА, АОА, СОД, p53, IL-1бета, Bax, Bcl-2, TNF-рецептор, глутамат	От 8 до 13 показателей из 16 маркеров	↓ на *15 % и более от N*

Окончание табл. 9.2.2

Группа признаков		Показатель	Критерий
	Причинно-следственная связь	«Маркер экспозиции – маркер эффекта»	Достоверная (по критериям $F > 3{,}96$; $R^2 > 0{,}1$; $p \leq 0{,}05$) параметризированная связь (b_0, b_1) на групповом уровне
Заболевание	*Негативный ответ*	Основной диагноз по МКБ-10	Аллергический ринит неуточненный (J30.4), хронический тонзиллит (J35.0), хронический назофарингит (J31.1), астма (J45)
Анамнез и специальное анкетирование	*Иные причины заболевания, кроме факторов аэрогенной экспозиции*	Гигиенические, поведенческие, социально-экономические	Отсутствуют

Обязательными критериями признаков, квалифицирующих наличие, выраженность, устойчивость и биологическое правдоподобие негативных эффектов, свидетельствующих о функциональных нарушениях органов дыхания, детерминированных воздействием аэрогенного химического фактора, на индивидуальном уровне являются:

– подверженность аэрогенной экспозиции не менее трех лет;

– высокий риск развития заболевания органов дыхания в зоне экспозиции (по критерию $HI > 5$);

– повышенное содержание (на 20 % и более фонового или референтного уровня) от 5 до 8 биомаркеров экспозиции (в крови: марганец, медь, хром, никель, формальдегид, о-ксилол; в моче: фторид-ион, алюминий), доказанно связанных с химическими факторами аэрогенной экспозиции (биомаркеры экспозиции, установленные на групповом уровне);

– сниженный уровень (ниже 75 % относительно физиологической нормы) одного из показателей внешнего дыхания легких (ФЖЕЛ или $ОФВ_1$) и суммарного объема воздушного потока через полость носа (ниже на 15 % и более) (функциональные маркеры негативных эффектов, доказанно связанные с биомаркерами экспозиции, установленные на групповом уровне);

– повышенный или сниженный уровень (на 15 % и более относительно верхней или нижней границы физиологической нормы) от 8 до 13 из 16 гематологических, биохимических и иммунологических показателей – лабораторных маркеров негативных эффектов, доказанно связанных с биомаркерами экспозиции, установленных на групповом уровне;

– в качестве основного установлен диагноз заболевания, относящегося по МКБ-10 к классу болезней органов дыхания: аллергический ринит неуточненный (J30.4), хронический тонзиллит (J35.0), хронический назофарингит (J31.3), астма (J45) (негативный ответ, верифицированный комплексом биомаркеров негативных эффектов и клинических признаков, имеющих биологически оправданные патогенетические связи с биомаркерами экспозиции).

Оценка тяжести причиненного вреда здоровью, выполненная по системе разработанных медико-биологических критериев квалифицирующих признаков, представлена в табл. 9.2.3.

На основании системы признаков на индивидуальном уровне доказано, что у 25 % детей из обследованной выборки (208 человек с хроническим заболеванием орагнов дыхания) определена вся совокупность обязательных признаков, свидетельствующих о факте причинения вреда здоровью в форме состоявшего хронического заболевания органов дыхания, детерминированного воздействием аэрогенного хими-

ческого фактора. Из них у 29 % детей степень тяжести причиненного вреда оценена как средняя, у 71 % – легкая. Факторами причинения вреда являются восемь веществ: марганец (вклад до 53 %), алюминий (до 47 %), медь (до 49 %), о-ксилол (до 44 %), фториды (до 40 %), никель (до 39 %), формальдегид (до 27 %), хром (VI) (до 9 %).

Таблица 9.2.3

Вред, причиненный здоровью детей в форме состоявшегося заболевания, детерминированного аэрогенным химическим фактором, структура степени тяжести причиненного вреда

Диагноз заболевания (по МКБ-10)	Медико-биологические критерии квалифицирующих признаков	Степень тяжести причиненного вреда
Хроническая обструктивная болезнь легких (J44.8)	Длительность заболевания более пяти лет; – доля функциональных и лабораторных показателей с отклонением от физиологической нормы более 75 %; – степень отклонения функциональных и лабораторных показателей от физиологической нормы более 50 %	*Тяжелая*
Аллергический ринит неуточненный (J30.4) Хронический тонзиллит (J35.0) Астма (J45)	Длительность заболевания от трех до пяти лет; – доля функциональных и лабораторных показателей с отклонением от физиологической нормы 51–75 %; – степень отклонения функциональных и лабораторных показателей от физиологической нормы на 31–50 %	*Средняя*
Хронический назофарингит (J31.1)	Длительность заболевания; – доля функциональных и лабораторных показателей с отклонением от физиологической нормы 30–50 %; – степень отклонения функциональных и лабораторных показателей от физиологической нормы на 15–30 %	*Легкая*

У 65 % из обследованной выборки детей с заболеваниями органов дыхания верифицирован определенный комплекс гигиенических и медико-биологических квалифицирующих признаков, позволивший установить вероятностную ассоциированность выявленного хронического заболевания органов дыхания с воздействием аэрогенного химического фактора. Факторами ассоциированности с заболеванием являются восемь веществ: взвешенные вещества (вклад до 50 %), толуол (до 48 %), ванадий (V) (до 38 %), азота оксид (до 26 %), азота диоксид (до 25 %), углерод черный (до 21 %), серы диоксид (до 14 %), пыль с SiO_2 20–70 % (до 12 %).

У 10 % детей связь хронического заболевания органов дыхания с воздействием аэрогенного химического фактора не установлена [Землянова М.А. и др., 2019с].

Сопоставительный анализ результатов, полученных в ходе расчета и оценки риска и доказанного фактически причиненного вреда здоровью

Сопоставительный анализ результатов, полученных в ходе расчета и оценки риска и доказанного фактически причиненного вреда здоровью детей при аэрогенном воздействии химических компонентов риска, позволил сформулировать существенные различия в информативности показателей, характеризующие детализацию существующей ситуации по степени опасности. Выявленные качественные и количественные различия, представленные в табл. 9.2.4, обеспечивают выделение

опорных позиций, повышающих степень объективности гигиенических оценок и расстановки приоритетов.

Таблица 9.2.4

Сравнительный анализ результатов оценки риска и фактически причиненного вреда здоровью детей при воздействии аэрогенного химического фактора (на примере болезней органов дыхания)

Показатель	Расчетный риск здоровью	Фактически причиненный вред здоровью
Прогнозируемое или доказанное нарушение состояния здоровья	Расчетный риск развития негативных ответов со стороны органов дыхания в целом по всему классу болезней (по МКБ-10)	• Причиненный вред в виде фактически состоявшегося заболевания органов дыхания по конкретной нозологии: CA08.0, CA0F.Z, CA09.1, CA23. • Степень тяжести причиненного вреда: 0,0 % – тяжкий, 29 % – средний, 71 % – легкий
Зона пространственного распределения риска и его реализации	Расчетная зона риска по величине *HI* > 3 (популяционный уровень)	Конкретная зона максимального воздействия по критерию реализации риска (индивидуальный уровень)
Контингенты и численность населения в зоне экспозиции или в зоне конкретного причинения вреда	В расчетной зоне риска развития заболеваний органов дыхания 2410 детей 4–7 лет (100 %)	*В конкретной зоне причинения вреда 224 ребенка* в возрасте 4–7 лет, из них 93 % детей с хроническим заболеванием органов дыхания, в том числе: • 25 % детей причинен вред, детерминированный аэрогенным химическим фактором; • 65 % детей с хроническим заболеванием органов дыхания, вероятностно ассоциированным с воздействием аэрогенного химического фактора; • 10 % детей с хроническим заболеванием органов дыхания, связь которого с воздействием аэрогенного химического фактора не доказана
Факторы риска, причинения вреда или ассоциированности или недоказанного влияния (с учетом их вклада)	Факторы риска и их вклад в концентрацию: формальдегид (17,4 %), взвешенные вещества (13,8 %), Al (6,8 %), Mn (10,2 %), Cu (9,5 %), NO_2 (6,8 %), SO_2 (6,3 %), NO (3,8 %), гидрофторид (2,9 %), ксилол (1,5 %), толуол (1,1 %), Va^{+5} (0,9 %), Ni (0,7 %), Cr^{+6} (0,4 %), NaOH (0,3 %), пыль с SiO_2 20–70 % (0,2 %), углерод (0,1 %)	• *Факторы и их вклад в причиненный вред:* Mn (53 %), Cu (49 %), Al (47 %), о-ксилол (44 %), F (40 %), Ni (39 %), формальдегид (27 %), Cr^{+6} (9 %). • *Факторы и их вклад в ассоциированность с заболеванием*: взвешенные вещества (50 %), толуол (48 %), Va^{+5} (38 %), NO (26 %), NO_2 (25 %), углерод (21 %), SO_2 (14 %), пыль с SiO_2 20–70 % (12 %). • *Факторы, влияние которых на заболевание не доказано*: NaOH (0,0 %)
Причинно-следственные связи, показатели биомониторинга	Связь «комплекс факторов экспозиции – негативный ответ в виде заболевания органов дыхания» (по расчету *OR*)	*Параметризированная связь* «экспозиция фактора – заболевание органов дыхания» для NO, NO_2, SO_2, взвешенных веществ, Al, Mn, Cu, Ni, Cr^{+6}, Va, ксилола, толуола, гидрофторида, формальдегида, пыли с SiO_2 20–70 %

Окончание табл. 9.2.4

Показатель	Расчетный риск здоровью	Фактически причиненный вред здоровью
	Отсутствуют	*Биомаркеры экспозиции и их минимальные действующие уровни* • *в крови*, мг/дм^3, марганец > 0,012, медь > 0,60, хром > 0,002, никель > 0,003, о-ксилол > 0,0001, формальдегид > 0,04 • *в моче*, мг/дм^3: алюминий > 0,017, фторид-ион > 0,45
	Отсутствуют	*Биомаркеры негативного эффекта* (лабораторные, функциональные) *и их минимальные действующие уровни*: • индекс эозинофилии > 15 %, CD127+-лимф. > 0,015–0,04 ·10^9/дм^3, CD3+ CD95+-лимф. > 0,4–0,7 ·10^9/дм^3, IgE общий > 99,9 МЕ/см^3, IgE к Mn > 1,21 МЕ/см^3, IgE к Cr > 1,01 МЕ/см^3, IgG к Al > 0,1 усл. ед., МДА > 2,5 мкмоль/дм^3, АОА > 38,6 %, СОД > 88,1 нг/см^3, p53 > 1,8 %, IL-1бета > 1 пг/см^3, Bax > 9 %,Bcl-2 > 1,5 %, TNF-рецептор > 1,5 %, глутамат > 65,9 мкмоль/дм^3; • суммарный объем воздушного потока через полость носа < 400 см^3/с, ФЖЕЛ или ОФВ$_1$ < 75 %
Лица с доказанным вредом здоровью	Отсутствуют	Конкретный список детей с причиненным вредом (51 ребенок), из них 15 детей со средней степенью и 36 детей с легкой степенью тяжести причинения вреда
Дополнительные случаи заболеваний	*Прогнозный уровень:* 0,1 сл./чел./год (популяционный)	*Фактический уровень дополнительных случаев:* 2 сл./чел./год (индивидуальный)

Сравнительный анализ информативности показателей, представленный на примере болезней органов дыхания у детей, свидетельствует, что различия заключаются как в качественных, так и в количественных характеристиках полученных результатов.

Принципиальным отличием является то обстоятельство, что при реализации алгоритма доказывания причинения вреда здоровью на основании углубленных выборочных исследований экспонированных лиц для индивидуума доказано причинение вреда с учетом степени его тяжести в виде фактически состоявшегося заболевания, детерминированного воздействием химического фактора, с получением детализированной картины по виду конкретной нозологической формы заболевания. В то время как при выполнении процедуры оценки риска здоровью дается только расчетный полуколичественный прогноз развития болезней в целом по классу без детализации по нозологическим единицам.

На основании доказанного причиненного вреда установлен перечень факторов, дифференцированный по степени опасности и этиопатогенетического влияния на развитие и течение болезней:

– факторы, детерминирующие и обусловливающие патоморфоз заболевания;

– факторы, с которыми установлена вероятностная ассоциированность с заболеванием;

– факторы, не оказывающие влияния на развитие и течение заболевания.

При оценке риска здоровью дифференциация факторов по степени этиопатогенетического влияния на болезни органов дыхания отсутствует. При этом результа-

ты оценки вклада химического фактора в причиненный вред и риск здоровью являются не сопоставимыми по качественной и количественной оценке. Так, при доказанном причинении вреда дается оценка вклада конкретного химического фактора непосредственно в развитие и течение самого заболевания. При расчете риска дается оценка вклада лишь в действующую внешнесредовую концентрацию вещества, и полученные результаты свидетельствуют, как правило, о существенном занижении значимости фактора для опасности развития заболевания.

При доказанном причинении вреда конкретизированы зоны на территории причинения вреда, дифференцированные по степени его тяжести (индивидуальный и групповой уровень). В каждой зоне получен конкретный по возрасту и полу список детей с причиненным вредом здоровью с учетом его тяжести. В то время как при оценке риска получена только расчетная зона экспозиции, дифференцированная по степени прогнозного риска (популяционный) уровень. Определена численность и половозрастная структура детей под воздействием.

Алгоритм доказывания причинения вреда здоровью позволяет установить систему последовательных и количественно параметризированных причинно-следственных связей «фактор экспозиции – маркер экспозиции – маркер негативного эффекта – негативный ответ» с обоснованием перечня и пороговых значений конкретных биомаркеров экспозиции и негативных эффектов, доказанно связанных непосредственно с негативным эффектом в виде конкретного заболевания. При процедуре оценки риска здоровью возможна только полуколичественная оценка связи заболевания органов дыхания (по классу в целом) с воздействием комплекса факторов. Получение информации по биомаркерам экспозиции и эффекта не предусмотрено.

При доказанном причинении вреда здоровью определен конкретный список детей с причиненным вредом с учетом его тяжести и индивидуальный фактический уровень дополнительных случаев заболеваний органов дыхания в году, детерминированный факторами причинения вреда. В то время как при оценке риска установлен только прогнозный популяционный уровень дополнительных случаев заболеваний в году, причем существенно более низкий.

Разработанные и апробированные методические подходы к обоснованию актуальных показателей для объективизации анализа причинно-следственных связей между воздействием факторов риска и состоянием здоровья населения в зоне влияния крупного хозяйствующего субъекта включают:

– ранжирование химических факторов неканцерогенного риска развития заболеваний;

– идентификацию зоны риска здоровью методами пространственного распределения расчетных показателей риска с помощью ГИС-технологий;

– параметризацию математических моделей причинно-следственных связей риска, сформированного химическими факторами экспозиции, с вероятностью развития заболеваний с учетом критических органов и систем;

– алгоритмизацию доказательства фактического причинения вреда здоровью на индивидуальном и групповом уровне.

Впервые дана качественная и количественная детализация существующей ситуации, основанная на результатах оценки доказанного вреда здоровью на индивидуальном уровне. Показана приоритизация воздействующих факторов по восьми обоснованным биомаркерам экспозиции, являющихся факторами причинения вреда. Приоритизация негативных эффектов в виде конкретных нозологических форм выполнена по 18 обоснованным биомаркерам негативных эффектов со стороны органов дыхания и фактическому количеству дополнительных случаев заболеваний органов дыхания, детерминированных фактором аэрогенной экспозиции, в течение года.

Полученные результаты имеют значительную практическую значимость, так как, бесспорно, повышают точность и информативность получаемых исходных данных, необходимых для обеспечения нормативного качества объектов среды обитания и связанного с ним здоровья населения. Наиболее эффективным инструментом является актуализация системы социально-гигиенического мониторинга, в том числе

муниципального уровня, на основе усовершенствования научно-методических подходов к обеспечению ее деятельности [Зайцева Н.В. и др., 2022х].

На представленном примере показано, что для повышения адекватности и надежности принимаемых управленческих решений необходимым является в рамках СГМ расширение программы контроля качества атмосферного воздуха с включением систематических наблюдений по полной программе (не менее 200 дней в году) за марганцем, алюминием, ксилолом, фторидами газообразными, никелем, формальдегидом, хромом (VI), медью; периодическими наблюдениями по полной программе (не менее 50 дней в году) за взвешенными веществами, взвешенными частицами $PM_{2.5}$ и PM_{10}, толуолом, ванадием, азота оксидом, азота диоксидом, серы диоксидом, пылью неорганической с SiO_2 20–70 %. Обязателен учет заболеваний органов дыхания как по классу в целом, так и по отдельным нозологическим единицам заболеваний (аллергический ринит, хронический тонзиллит, хронический назофарингит, астма), этиопатогенетически связанным с воздействием факторов причинения вреда.

Такие меры позволят существенно повысить эффективность объективизации анализа причинно-следственных связей между воздействием факторов риска и состоянием здоровья населения и использовать их в качестве информационной основы для повышения эффективности мониторинговых наблюдений и оценки качества атмосферного воздуха, организации мероприятий по митигации последствий воздействия (планирования целевых показателей снижения выбросов в атмосферный воздух, формирования и организации муниципальных программ первичной, вторичной, третичной профилактики).

Информативность показателей и критериев риска и фактической его реализации (причиненный вред) – научно-методическая основа оптимизации социально-гигиенического мониторинга муниципального уровня

Для повышения объективности анализа причинно-следственных связей между воздействием факторов среды обитания и состоянием здоровья населения в зоне влияния хозяйствующих субъектов разработаны научно-методические подходы к обоснованию актуальных показателей, подлежащих учету, контролю и мониторингу [Землянова М.А. и др., 2020с].

Реализация предложенных подходов включает:

– ранжированную оценку химических факторов неканцерогенного риска и перечень соответствующих им критических органов и систем, со стороны которых, в первую очередь, прогнозируется развитие заболеваний;

– идентификацию зоны воздействия и выделение контингентов риска с учетом возраста;

– параметризацию причинно-следственных связей факторов экспозиции с развитием заболеваний со стороны критических органов и систем;

– алгоритмизацию доказательства фактического причинения вреда здоровью на групповом и индивидуальном и уровне;

– сопоставительный анализ перечня приоритетных веществ, сформированного по критериям расчетного риска и причиненного вреда.

Практическая значимость предложенной методологии заключается в научном обеспечении возможности построения системы СГМ муниципального уровня, оптимальной по следующим ключевым позициям:

♦ по локализации зоны системных наблюдений,

♦ пространственному размещению и количеству точек контроля;

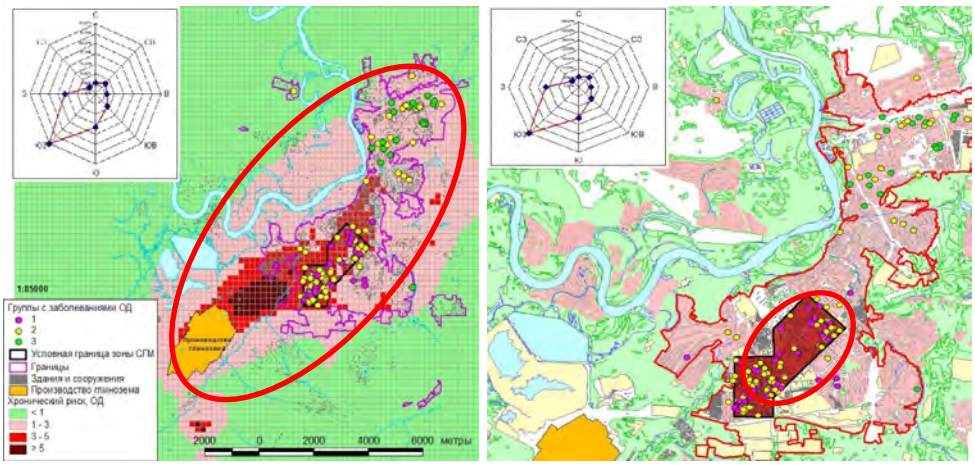
♦ по приоритетным воздействующим факторам и негативным эффектам со стороны здоровья;

♦ по порядку оценки причинно-следственных связей факторов риска и причиненного вреда здоровью;

♦ по наполнению программ инструментальных и лабораторных исследований.

В результате апробации предложенных подходов, выполненной на примере факторов аэрогенной экспозиции от источников производства по переработке руд цветных металлов и риска заболеваний органов дыхания, впервые по критериям причиненного вреда обоснованы восемь актуальных показателей содержания специфических химических веществ в атмосферном воздухе вместо существующих пяти общераспространенных, подлежащих систематическому контролю. Также обоснованы четыре показателя негативного эффекта по конкретным нозологическим формам заболеваний вместо одного класса болезней органов дыхания в целом. Установлены конкретные параметры для анализа причинно-следственных связей.

Для уточнения локализации репрезентативной зоны наблюдений, адекватной зоне максимального воздействия, определено пространственное размещение зон расчетного риска и фактически доказанного причинения вреда здоровью экспонированных лиц (рис. 9.2.3).



а *б*

Рис. 9.2.3. Локализация репрезентативной зоны по критериям причиненного вреда: *а* – расчетная зона риска здоровью; *б* – фактическая зона доказанного причинения вреда

Совмещение пространственного распределения показателя расчетного риска развития заболеваний на территории жилой застройки и точек проживания детей с хроническими заболеваниями органов дыхания, детерминированными воздействием химических факторов аэрогенной экспозиции (причиненный вред), представлено на рис. 9.2.3.

Выделенная зона доказанного фактического причинения вреда представляет собой территорию площадью около 3,16 км^2, что практически в 10 раз меньше расчетной зоны риска. Ориентирована с юго-западной части города, максимально приближенной к промышленной площадке хозяйствующего субъекта по переработке руд цветных металлов, к северо-восточной части. Территория зоны характеризуется многоэтажной застройкой и высокой плотностью населения – 11 200 человек на км^2 (32 % от общей численности населения).

Сравнительный анализ расчетной зоны риска и фактической зоны доказанного причинения вреда здоровью, представленный в табл. 9.2.5, позволил уточненную зону одновременно рассматривать как наиболее репрезентативную для мониторинга.

Таблица 9.2.5

Сравнительная характеристика расчетной зоны рисков здоровью и фактической зоны причинения вреда здоровью

Показатель	Расчетная зона рисков здоровью	Фактическая зона доказанного причинения вреда
Данные, по которым определяется пространственное размещение зоны	Популяционные расчетные данные по рискам здоровью	Индивидуальные данные по причиненному вреду
Распространение в селитебной застройке	Распространяется на всю селитебную застройку	Занимает конкретную территорию в селитебной застройке
Приближенность к промышленной площадке хозяйствующего субъекта	Максимально приближена и отдалена от промышленной площадки	Максимально приближена к промышленной площадке
Плотность населения в зоне	Различная плотность	Максимальная плотность
Границы, ограничивающие опасность	Границы по степени опасности воздействия размыты	Имеет достаточно четкие границы максимального воздействия
Предназначенность для мониторинга	Применима для мониторинга	Репрезентативна для мониторинга

При уточнении пространственного размещения точек наблюдений в качестве репрезентативной точки размещения поста мониторинга принимали точку, расположенную в селитебной застройке, характеризующуюся наибольшими параметрами формируемого суммарного риска и причиненного вреда здоровью, детерминированного аэрогенным химическим фактором, и максимальной плотности (более 75 %) экспонируемого населения. В результате исследований в качестве репрезентативных минимально достаточных обоснованы две точки контроля вместо восьми существующих. Пространственное размещение точек контроля определено в зоне максимального воздействия, в отличие от существующего их расположения в настоящее время (рис. 9.2.4).

К приоритетным факторам воздействия по критерию фактического участия в причинении вреда отнесено восемь веществ, в ассоциированности с заболеванием – девять веществ. *К приоритетным негативным эффектам* отнесены: четыре формы хронических заболеваний органов дыхания, детерминированных воздействием факторов риска, и две формы заболеваний, ассоциированных с воздействием факторов риска (табл. 9.2.6).

Для повышения адекватности и надежности принимаемых управленческих решений является необходимым в рамках СГМ расширение программы контроля качества атмосферного воздуха в репрезентативных точках с обязательным включением веществ, приоритизированных по критериям причинения вреда, и мониторинг заболеваний, приоритизированных по критериям причинения вреда [Тихонова И.В. и др., 2019с]:

♦ систематические наблюдения по полной программе за марганцем, алюминием, ксилолом, фторидами газообразными, никелем, формальдегидом, хромом (VI), медью;

♦ периодические наблюдения по полной программе за взвешенными веществами, взвешенными частицами $PM_{2.5}$ и PM_{10}, толуолом, азота оксидом и диоксидом, серы диоксидом, пылью кремнийсодержащей, ванадием;

♦ обязателен учет заболеваний органов дыхания по классу в целом и отдельным нозологическим единицам (аллергический ринит, хронический тонзиллит и назофарингит, астма), этиопатогенетически связанных с воздействием факторов причинения вреда.

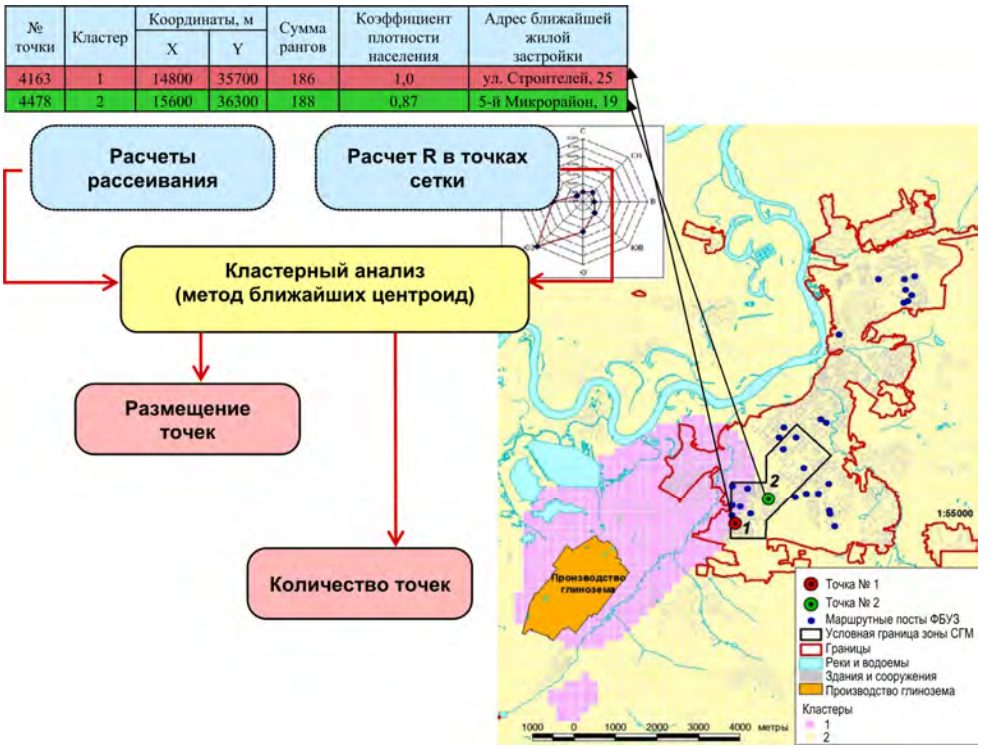


Рис. 9.2.4. Репрезентативные точки (количество и размещение) постов наблюдения контроля качества атмосферного воздуха в зоне влияния хозяйственной деятельности субъекта по переработке руд цветных металлов

Таблица 9.2.6

Приоритетные факторы воздействия и приоритетные виды негативных эффектов по критериям причиненного вреда

Химические факторы, детерминирующие заболевание (причинение вреда)	Заболевания органов дыхания, детерминированные воздействием химических факторов	Химические факторы ассоциированности с заболеванием	Заболевания органов дыхания, ассоциированные с воздействием химических факторов
Марганец	▪ Аллергический ринит (J30.4). ▪ Хронический тонзиллит (J35.0). ▪ Хронический назофарингит (J31.3). ▪ Астма (J45)	Взвешенные вещ-ва	▪ Хронический ринит (J31). ▪ Хронический фарингит (J31.2)
Медь		$PM_{2.5}$ и PM_{10}	
Алюминий		Толуол	
о-ксилол		Ванадий (V)	
Гидрофторид		Азота оксид	
Никель		Азота диоксид	
Формальдегид		Углерод черный	
Хром		Серы диоксид	
		Пыль с SiO_2 20–70 %	

Таким образом, гигиеническая оценка показала, что санитарно-гигиенические и профилактические мероприятия, направленные на устранение негативных последствий, должны включать: формирование государственного задания по планированию деятельности в части исследований атмосферного воздуха на территории селитебной застройки, оформление и направление предписаний для территориального Центра гигиены и эпидемиологии; обоснование предложений по обеспечению над-

лежащего качества атмосферного воздуха и программам профилактики, направленным на предупреждение и устранение последствий причинения вреда здоровью, детерминированного воздействием аэрогенного химического фактора для администраций территории и хозяйствующего субъекта; информирование населения о рисках здоровью.

9.3. Методология и принципы построения программ адресных медико-профилактических мероприятий, направленных на минимизацию рисков и вреда здоровью на период до достижения приемлемых уровней риска

В настоящее время ощутимый эффект от реализации полного комплекса мероприятий, направленных на создание комфортной среды обитания и, соответственно, минимизацию рисков здоровью населения, осуществляемых в регионах, характеризующихся значительными гигиеническими проблемами, ожидается к 2030 г.

В связи с этим для населения с риск-ассоциированными заболеваниями, устойчивыми к базисному лечению, на период до достижения приемлемых рисков необходимы специализированные лечебно-профилактические мероприятия, дополняющие стандарт оказания медицинской помощи по конкретной нозологической единице [Зайцева Н.В. и др., 2014; Лужецкий К.П. и др., 2017; Гурвич В.Б. и др., 2013; Рахманин Ю.А. и др., 2017; Centers for Disease Control and Prevention, 2019].

В настоящее время этот подход приобрел широкую востребованность на территориях с высокими уровнями загрязнения объектов среды обитания. В городах Красноярского края, Пермского края, Иркутской области, Свердловской области, Республики Бурятии и др. достигнута высокая результативность предложенных мер в отношении профилактики и снижения негативных последствий риск-ассоциированных заболеваний, формирующих наиболее значимые потери здоровья. К числу приоритетных относятся болезни органов дыхания, иммунной, сердечно-сосудистой, нервной, эндокринной, костно-мышечной систем, онкопатология также входит в перечень [Зайцева Н.В. и др., 2014; Рахманин Ю.А. и др., 2017; Лужецкий К.П. и др., 2017].

Научно-методические подходы к обоснованию и организации профилактической помощи населению базируются на специально разработанных и апробированных технологиях оказания медицинской помощи детскому и взрослому населению, проживающему в зонах наибольшего риска здоровью [Устинова О.Ю., 2010; Зайцева Н.В. и др., 2013, 2015b, 2019n, 2022f; Лужецкий К.П., 2017; Землянова М.А. и др., 2019b, 2020c,d; 2022; Тихонова И.В. и др., 2020b; Пережогин и др., 2021e,d].

Реализация мероприятий осуществляется комплексными программными средствами при инициативной поддержке региональными и муниципальными органами власти, а также социально ориентированным бизнесом. Комплексная программа медико-профилактических мероприятий по своей содержательной части является многоцелевой, масштабной, целостной и не осуществляется в рамках деятельности практического здравоохранения.

Ведущими принципами Программы адресных медико-профилактических мероприятий являются:

– ориентированность на результаты ранее выполненных системных аналитических и углубленных исследований риск-ассоциированных нарушений здоровья, формирующих наиболее значимые социально-экономические потери;

– адекватность особенностям модифицирующего действия ведущих химических факторов риска на патогенез развития и течения ассоциированных заболеваний на фоне конкретных климатических условий;

– адресность – обоснованность выбора населения, наиболее чувствительного к экспозиции, из зон риска для реализации мероприятий;

– таргетность – целенаправленность действия на конкретные звенья механизма патоморфоза ассоциированных заболеваний;

– комплексность, достаточность, индивидуальность, соответствие современным методам диагностического (химико-аналитического, клинико-функционального и лабораторного) обследования и лечебно-профилактических мероприятий;

– дополнение стандартов оказания медицинской помощи;

– социальная значимость, экономическая эффективность мер по минимизации риска потерь здоровья населения от воздействия химических факторов на индивидуальном, групповом, популяционном уровне;

– воспроизводимость и тиражируемость подходов к формированию мероприятий различной направленности в отношении риск-ассоциированных заболеваний, обусловливающих наиболее значимые потери здоровья.

Программа включает последовательное выполнение комплекса мероприятий:

– проведение санитарно-гигиенических мероприятий для оценки текущих рисков здоровью, предусматривающих оценку экспозиции, формируемой существующим качеством объектов среды обитания, выделение приоритетных факторов риска;

– установление индивидуального профиля выявленных риск-ассоциированных нарушений здоровья обследованных лиц, являющегося основой перечня и объема диагностических исследований, уточняющих на персональном уровне патогенетическую направленность негативного воздействия приоритетных химических веществ, форму и выраженность манифестации патологического процесса;

– осуществление индивидуальных диагностических исследований (химико-аналитических, клинических, функциональных, лабораторных);

– обоснование содержания и объема лечебно-профилактических мероприятий с учетом формы и тяжести течения заболевания, определяемых дозозависимой и временной модификацией;

– реализацию лечебно-профилактических мер, направленных на снижение выраженности клинических проявлений нарушений здоровья, профилактику осложнений, а также предотвращение развития функциональных расстройств систем адаптации, ассоциированных с воздействием контаминантов;

– разработку индивидуальных рекомендаций по последующим поддерживающим профилактическим мерам в течение года, адекватным текущей гигиенической ситуации и состоянию здоровья;

– диспансерное наблюдение населения, охваченного медико-профилактическими мероприятиями программы, включающее диагностическое обследование по маркерным показателям для последующей оценки эффективности, и индивидуальные рекомендации по коррекции лечебно-профилактических мероприятий на последующий период в течение года;

– оценку эффективности реализованных медико-профилактических мероприятий программы, включающую оценку социальной эффективности (по клиническим критериям: частота и длительность обострений и ремиссий, осложнений в течение года до и после проведения медико-профилактических мероприятий) и экономической эффективности (по критериям предотвращенного ущерба и затраты / выгоды в рублях на 1 рубль затрат);

– дистанционное медицинское консультирование в формате очно / заочного консультирования по представленным документам;

– тиражирование наиболее эффективных способов профилактики и лечения для всего населения из зон риска.

Программа предусматривает выполнение обозначенного комплекса медико-профилактических мероприятий для каждой возрастной выборки дифференцированно по видам нарушений здоровья, ассоциированных с воздействием факторов риска.

Реализация предложенных подходов к разработке Программы адресных медико-профилактических мероприятий выполнена на примере типичного промышлен-

но развитого города с размещением крупных производств металлургического профиля, хозяйствующая деятельность которых обусловливает стабильно высокие уровни загрязнения атмосферного воздуха. Неблагоприятная гигиеническая ситуация усугубляется одновременным воздействием неблагоприятных факторов субарктического климата. Ведущими характеристиками являются снижение до 4,3 раза индексов нормальной эквивалентно-эффективной температуры и повышение до 2,4 раза суточных перепадов атмосферного давления с большой амплитудой [Клейн С.В. и др., 2022].

Исследованиями показано, что в атмосферном воздухе населенных мест стабильно присутствуют вещества, входящие в состав пылегазовых выбросов от источников производства. Насчитывается от 19 до 45 компонентов различной химической структуры и агрегатного состояния, большая часть которых относятся к чрезвычайно и высокоопасным, например, взвешенные вещества, медь, никель, хром, бенз(а)пирен и др. Загрязнения атмосферного воздуха обусловливают экспозицию населения, формирующую значительные риски развития заболеваний органов дыхания, нервной, эндокринной, костной, сердечно-сосудистой систем, органов пищеварения, превышающие допустимые уровни до 45 раз [Землянова М.А. и др., 2020]. В зонах риска проживает до 30,0 тыс. детей в возрасте 3–14 лет и подростков 15–17 лет, до 100 тыс. взрослых фертильного возраста (18–48 лет).

Данные о первичной заболеваемости экспонированного населения, например болезнями органов дыхания, стабильно превышающей на 25–30 % среднероссийские показатели и на 15–20 % показатели заболеваемости неэкспонированного населения группы сравнения, подтверждают развитие дополнительных случаев риск-ассоциированных заболеваний. При этом 93 % углубленно обследованных взрослых трудоспособного возраста и порядка 80 % родителей детей 3–6 и 7–14 лет (всего около 1000 человек) связывают свои жалобы на заболевания органов дыхания с появлением неприятного запаха на улице, дыма, выбросов предприятий в виде тумана в атмосферный воздух (данные анкетирования). На связь жалоб респираторного характера с климатическими условиями указывали от 7 до 15 %.

В углубленных исследованиях показано, что у экспонированных детей формируется повышенное относительно неэкспонированных в 1,2–3,0 раза содержание в биосредах химических веществ (медь, никель, хром, мышьяк, свинец, бензол, толуол, этилбензол и др.), адекватных факторам аэрогенной экспозиции. Доля проб с повышенным содержанием веществ составляет от 40 до 75 % от общего количества исследованных проб [Зайцева Н.В. и др., 2019р, 2022d].

Это может способствовать расширению спектра и усугублению степени выраженности текущих нарушений со стороны здоровья. Выявлен комплекс показателей, отклонения которых характеризуют развитие негативных эффектов в ответ на сочетанное воздействие химических и неблагоприятных погодно-климатических факторов (табл. 9.3.1).

К ним относятся: сенсибилизации верхних и нижних отделов дыхательных путей, о чем свидетельствует повышение до 1,3 раза относительно группы сравнения эозинофилов в назальном секрете и уровня IgE общего в крови до 1,5 раза (p = 0,046–0,048). Выявлено нарушение баланса нейромедиаторов в виде снижения до 1,2 раза уровня ацетилхолина и повышения в 1,9 раза серотонина в сыворотке крови (p = 0,0001) и нарушения восстановления поврежденных нейрональных структур (повышение в 1,3 раза уровня нейротропина-3 в сыворотке крови, p = 0,048). Установлен дисбаланс показателей гуморального иммунитета в виде разнонаправленного изменения иммуноглобулинов в сыворотке крови. При этом уровень IgG достоверно повышен, а уровень IgA достоверно снижен (p = 0,0001) [Клейн С.В. и др., 2022].

Установленные изменения биохимических и иммунологических показателей, характеризующих развитие негативных эффектов со стороны критических органов и систем, а именно эндокринной, нервной и сердечно-сосудистой, фактически подтверждаются частотой развития соответствующих им заболеваний, превышающей показатели группы сравнения от 1,2 до 5,6 раза (см. табл. 9.3.1).

Таблица 9.3.1

Показатели негативных эффектов у детей, подвергающихся негативному воздействию неблагоприятных химических и погодно-климатических факторов

Показатель	Среднегрупповое значение показателя у детей групп наблюдения, $\bar{X}$ ± SEM		Достоверность различий между группами ($p \leq 0,05$)
	в условиях сочетанного воздействия химических и погодно-климатических факторов	в условиях воздействия погодно-климатических факторов	
Назальный секрет			
Индекс эозинофилии, %	1,890 ± 0,426	2,001 ± 0,682	0,789
Нейтрофилы, ед./п.зр.	22,806 ± 1,621	21,956 ± 2,753	0,602
Эозинофилы, ед./п. зр.	5,931 ± 1,874	5,112 ± 1,029	0,046
Кровь			
Гемоглобин, г/дм^3	133,27 ± 1,36	132,87 ± 1,72	0,721
Эритроциты, 10^{12}/дм^3	4,77 ± 0,05	4,71 ± 0,06	0,127
Лейкоциты, 10^9/дм^3	6,28 ± 0,32	6,68 ± 0,35	0,104
СОЭ, мм/ч	5,79 ± 0,82	7,53 ± 0,65	0,002
Сыворотка крови			
IgE общий, МЕ/см^3	106,92 ± 29,45	75,60 ± 18,724	0,039
Нейротропин-3, пг/см^3	8,39 ± 1,26	6,74 ± 1,05	0,048
Ацетилхолин, пг/см^3	28,18 ± 1,33	33,02 ± 2,09	0,0001
IgG, г/дм^3	10,23 ± 0,22	11,39 ± 0,38	0,0001
IgM, г/дм^3	1,39 ± 0,04	1,49 ± 0,06	0,011
IgA, г/дм^3	1,22 ± 0,05	1,34 ± 0,08	0,022
АпоВ/АпоА1, г/дм^3	0,59 ± 0,03	0,57 ± 0,03	0,191
Аполипопротеин А1, г/дм^3	1,61 ± 0,09	1,42 ± 0,03	0,0001
Аполипопротеин В-100, г/дм^3	0,89 ± 0,03	0,82 ± 0,03	0,001
T_4 свободный, пмоль/дм^3	13,43 ± 0,16	12,42 ± 0,36	0,095
ТТГ, мкМЕ/см^3	2,93 ± 0,15	3,20 ± 0,25	0,069
Кортизол, нмоль/см^3	277,28 ± 20,60	241,59 ± 18,71	0,141
Плазма крови			
Дофамин, пг/см^3	62,35 ± 2,01	58,44 ± 2,94	0,034
Норадреналин, пг/см^3	389,46 ± 12,75	383,99 ± 19,29	0,637
Адреналин, пг/см^3	77,49 ± 1,54	79,49 ± 2,01	0,122
Серотонин, нг/см^3	185,24 ± 14,88	99,18 ± 13,57	0,0001

Детальный анализ показал, что в условиях сочетанного неблагоприятного воздействия химических и погодно-климатических факторов у детей относительно данных сравниваемой группы выявлена повышенная от 1,5 до 2,2 раза частота встречаемости болезней органов дыхания, преимущественно в виде гипертрофии миндалин, хронического ринита (p = 0,010–0,024), до 5,9 раза – болезней системы кровообращения в виде кардиомиопатии и синдрома слабости синусового узла (p = 0,0001–0,007), до 2,6 раза – функциональных расстройств нервной системы (p = 0,031), до 5,9 раза – болезней щитовидной железы (p = 0,033) (табл. 9.3.2).

Долевой вклад химических факторов в ассоциированные случаи заболеваний органов дыхания составил от 31,0 до 94,0 %, нервной системы – от 25 до 84 %. Вклад неблагоприятных погодно-климатических факторов в ассоциированные случаи заболеваний нервной системы составил от 12 до 40 %. Полученные данные по структуре заболеваемости обследуемых детей корреспондируются с результатами отечественных и зарубежных исследований, свидетельствующих о влиянии неблагоприятных погодно-климатических и химических факторов на формирование забо-

леваемости болезней органов дыхания и нейроэндокринной системы [Устинова О.Ю. и др., 2019; Валина С.Л. и др., 2020; Зайцева Н.В. и др., 2020; Землянова М.А. и др., 2022; Gauderman W.J. et al., 2015; Riede F. et al., 2021].

Таблица 9.3.2

Сравнительный анализ структуры заболеваемости детей, подвергающихся негативному воздействию химических и неблагоприятных погодно-климатических факторов, %

Класс болезней / нозология (МКБ-10)	Частота встречаемости заболевания у детей, %		Достоверность различий между группами ($p \leq 0,05$)
	в условиях сочетанного неблагоприятного воздействия химических и погодно-климатических факторов	в условиях неблагоприятного воздействия погодно-климатических факторов	
Болезни органов дыхания, в том числе:	59,2	44,9	0,010
- гипертрофия нёбных миндалин (J35.1)	24,8	14,7	0,024
- хронический ринит (J31)	19,3	8,7	0,003
Болезни системы кровообращения, в том числе:	18,8	5,5	0,0001
- кардиомиопатия неуточненная (I42.9)	5,9	0,0	0,010
- синдром слабости синусового узла (I49.5)	10,1	1,8	0,007
Болезни эндокринной системы, в том числе:	53,7	44,9	0,033
- заболевания щитовидной железы (E00–E07)	5,9	0,0	0,010
Расстройства вегетативной нервной системы, в том числе синдром вегетативных дисфункций, астеноневротический синдром (F48.0)	11,9	4,6	0,031

Доказана причинно-следственная связь возникновения болезней органов дыхания, нервной, эндокринной, сердечно-сосудистой систем (как приоритетных из девяти классов болезней, выявленных по данным обращаемости за медицинской помощью и при углубленном обследовании детей) с повышенным содержанием приоритетных веществ (в том числе никеля, меди, мышьяка, хрома, свинца, бензола, этилбензола, ксилола, толуола, b_0 = 0,000024–0,0011; b_1 = 12,65–56,48; p = 0,0001–0,001) в атмосферном воздухе и в биосредах населения [Зайцева Н.В. и др., 2019p, 2022d].

Количество дополнительных случаев заболеваний органов дыхания, нервной, эндокринной, сердечно-сосудистой систем, органов пищеварения, связанных с воздействием загрязнения атмосферного воздуха, в обследованной возрастной группе составляет от 24 до 105 случаев на 1000 человек в год; с воздействием климатических факторов – от 3 до 17 случаев. Прогнозируемые экономические потери при реализации риска составляют более 360 млн рублей в год.

Сложившаяся санитарно-гигиеническая ситуация на фоне суровых погодно-климатических условий, неблагоприятные тенденции заболеваемости экспонированного детского и взрослого населения, установленная связь заболеваний с воздействием химических факторов риска определяют необходимость разработки и реализации Программы адресных медико-профилактических мероприятий для населения в зоне наибольшего риска здоровью. В конкретных медико-профилакти-

ческих мероприятиях нуждаются порядка 1–2 % от численности экспонированного населения.

Медико-профилактические мероприятия адресованы:

1) для детей в возрасте 3–6 лет:

– с воспалительными заболеваниями верхних и нижних дыхательных путей, характер повреждения которых доказанно связан с экспозицией никеля, хрома, мышьяка на фоне неблагоприятных климатических условий. Химические вещества оказывают сенсибилизирующее и иммуносупрессивное действие в результате альтерации клеток реснитчатого эпителия дыхательных путей, активации взаимодействия макрофагов с Т- и В-лимфоцитами, усиления образования сенсибилизированных лимфоцитов (Т-эффекторов) и значительного подавления продукции интерлейкинов и интерферонов;

– с функциональными расстройствами центральной нервной системы, ассоциированными с экспозицией алюминия, свинца, мышьяка, никеля и ксилола на фоне неблагоприятных климатических условий. Химические вещества оказывают нейротропное действие, обусловленное дисбалансом нейромедиаторов, нарушением синаптической передачи нервного импульса между нейронами центральной и периферической нервной системами с обязательным участием вегетативного ствола, что ведет к дисрегуляции процессов возбуждения – торможения и корково-подкорковых отношений;

– с нарушением массо-ростовых показателей и функциональными нарушениям щитовидной железы, доказанно связанными с экспозицией никеля, хрома и свинца на фоне неблагоприятных климатических условий и природно-обусловленного йодного дефицита. Негативное влияние химических веществ на железы внутренней секреции реализуется через центры нервной системы. Оказывают струмогенный эффект в результате прямого цитотоксического действия на тиреоциты и гипофизарные структуры, блокирование ферментов йодного обмена, нейроэндокринной дисрегуляции;

2) для детей в возрасте 7–14 лет:

– с заболеваниями верхних дыхательных путей пролиферативного характера, ассоциированными с экспозицией меди, мышьяка, ксилола и этилбензола на фоне неблагоприятных климатических условий, оказывающих прямое цитотоксическое и окислительное действие в результате повышения функциональной активности цитокинового звена иммунорегуляции и воспалительных медиаторов, вызывающих окислительное повреждение и гиперплазию эпителиоцитов слизистой верхних дыхательных путей;

– с функциональными нарушениями печени и желчевыводящих путей, доказанно связанными с экспозицией меди, мышьяка, ксилола и бензола на фоне неблагоприятных климатических условий, обладающих одновременным гепатотропным и вегетотропным действием в результате активации цитолиза гепатоцитов, подавления синтеза печеночных ферментов, нарушения транспорта желчи по желчным протокам из-за секреторно-моторной дисфункции по гипомоторному типу;

– с функциональными нарушениями системы кровообращения, обусловленными экспозицией меди и бензола на фоне неблагоприятных климатических условий, оказывающих кардиовазотропное действие в результате подавления синтеза ферментов энергетического обеспечения эндотелия сосудов и миокарда, активации свободнорадикального окисления, усиливающего проницаемость кровеносных сосудов;

3) для подростков 15–17 лет:

– с функциональными нарушениями центральной и вегетативной нервной систем, ассоциированными с экспозицией никеля, свинца, ксилола на фоне неблагоприятных климатических условий, обусловливающих нейротропное действие в результате нарушения баланса нейротрансмиттеров, обеспечивающих холинэргическую передачу нервного импульса и клеточно-внутриклеточную сигнализацию, повреждение незрелых астроцитов, ведущее к разобщению взаимосвязей центров вегетативной иннервации;

– с функциональными нарушениями системы кровообращения, ассоциированными с экспозицией меди и бензола на фоне неблагоприятных климатических условий, оказывающих кардиовазотропное действие в результате подавления синтеза ферментов энергетического обеспечения эндотелия сосудов и кардиомиоцитов, активации свободнорадикального окисления, усиливающего проницаемость кровеносных сосудов;

4) для взрослых 18–48 лет:

– с функциональными нарушениями щитовидной железы, обмена липидов и избыточным питанием, доказанно связанными с экспозицией никеля, свинца, мышьяка, этилбензола на фоне неблагоприятных климатических условий и природного йодного дефицита, обладающих тиреотропным действием в виде угнетения йодфиксирующей способности щитовидной железы; вазотоксическим действием в результате прямого повреждения эндотелия сосудистого русла и усиления дисбаланса энергетического и липидного обменов, расстройства нейроэндокринной регуляции по гипофизарно-гипоталамо-тиреоидной оси;

– с заболеваниями системы кровообращения, ассоциированными с экспозицией никеля и мышьяка на фоне неблагоприятных климатических условий, в результате прямого цитотоксического действия на эндотелий сосудов и клетки миокарда с развитием их дегенеративных изменений и активации атерогенеза;

– с функциональными нарушениями центральной и вегетативной нервной систем, ассоциированными с комплексным воздействием экспозицией никеля, алюминия, свинца, ксилола на фоне неблагоприятных климатических условий, обладающих нейротропным действием в результате подавления высвобождения нейротрансмиттеров, обеспечивающих внутри- и внеклеточную рецепторную сигнализацию, повышения возбудимости вегетативного отдела нервной системы и развития охранительного торможения в коре больших полушарий.

Мероприятия программы формируются по модульному типу. Пример медико-профилактических мероприятий и их содержания представлен в табл. 9.3.3.

Таблица 9.3.3

Содержание программных медико-профилактических мероприятий

№ п/п	Наименование мероприятия	Содержание мероприятий
1	*Адресные медико-профилактические мероприятия Программы для экспонированного населения из зон риска на фоне суровых климатических условий в соответствии с индивидуальным профилем риск-ассоциированных нарушений здоровья*	Лечебно-профилактические мероприятия направлены на снижение выраженности диагностированных клинических проявлений нарушений здоровья, профилактику осложнений, предотвращение развития функциональных расстройств систем адаптации, ассоциированных с воздействием контаминантов
1.1	*Для детей в возрасте 3–6 лет*	
1.1.1	С воспалительными заболеваниями верхних и нижних дыхательных путей, ассоциированными с воздействием металлов	Лечебно-профилактические меры элиминационного, противовоспалительного, антигистаминного, иммуномодулирующего, антикогенстантного, секретолитического действия, индукторы интерферона, стимуляторы нарушения моторной функции дыхательных путей
1.1.2	С функциональными расстройствами центральной нервной системы, ассоциированными с воздействием металлов и ароматических углеводородов	Лечебно-профилактические меры элиминационного, ноотропного, ГАМК-эргического и глутаматрегулирующего, вегетотропного, анксиолитического, заместительного (витамины, ферменты) действия

Продолжение табл. 9.3.3

№ п/п	Наименование мероприятия	Содержание мероприятий
1.1.3	С нарушением массо-ростовых показателей и функциональными нарушениями щитовидной железы, ассоциированными с воздействием никеля, хрома и свинца.	Лечебно-профилактические меры элиминационного, заместительного (йодсодержащие препараты), мембрано-стабилизирующего, метаболического (корректоры метаболизма костной и хрящевой ткани) действия
1.2	*Для детей в возрасте 7–14 лет*	
1.2.1	С заболеваниями верхних дыхательных путей лимфопролиферативного характера, ассоциированными с воздействием меди, мышьяка, ксилола	Лечебно-профилактические меры элиминационного, противовоспалительного, мембраностабилизирующего, антиоксидантного, регенераторно-репаратного, антисептического действия
1.2.2	С функциональными нарушениями печени и желчевыводящих путей, ассоциированными с воздействием меди, мышьяка, ксилола и бензола	Лечебно-профилактические меры элиминационного, антиоксидантного, гепатопротекторного, холинолитического, стимулирующего (холеретики, холесекретики), заместительного (ферменты, про- и пребиотики) действия
1.2.3	С функциональными нарушениями системы кровообращения, ассоциированными с воздействием меди и бензола	Лечебно-профилактические меры элиминационного, антигипоксантного, антиоксидантного, ангиопротекторного и микроциркуляторного действия
1.3	*Для подростков 15–17 лет*	
1.3.1	С функциональными нарушениями центральной и вегетативной нервной систем, ассоциированными с воздействием никеля, свинца, ксилола	Лечебно-профилактические меры элиминационного, ГАМК-эргического и глутаматрегулирующего, анксиолитического, ноотропного, общетонизирующего и адаптогенного действия
1.3.2	С функциональными нарушениями системы кровообращения, ассоциированными с воздействием меди и бензола	Лечебно-профилактические меры элиминационного, вазостабилизирующего, антиоксидантного, аденозинергического действия
1.4	*Для взрослых 18–48 лет*	
1.4.1	С функциональными нарушениями щитовидной железы, обмена липидов и избыточным питанием, ассоциированными с воздействием никеля, свинца, мышьяка, этилбензола	Лечебно-профилактические меры элиминационного, гипогликемического, гиполипидемического, метаболического действия
1.4.2	С функциональными нарушениями системы кровообращения, ассоциированными с воздействием никеля и мышьяка	Лечебно-профилактические меры элиминационного, гипогликемического, антигипоксантного, антиоксидантного, антиагрегантного действия
1.4.3	С функциональными нарушениями нервной системы, ассоциированными с воздействием никеля, свинца, ксилола	Лечебно-профилактические меры элиминационного, ГАМК-эргического и глутаматрегулирующего, анксиолитического, вегетотропного действия
2	*Разработка индивидуальных рекомендаций по последующим поддерживающим профилактическим мерам в течение 6–12 месяцев*	Рекомендации по диетическому питанию и образу жизни, динамическому наблюдению за функциональными и лабораторными показателями, по поддерживающей межрецидивной терапии
3	*Диспансерное наблюдение населения, охваченного Программой медико-профилактических мероприятий*	Клинико-функциональное и лабораторное обследование по маркерным показателям для последующей оценки эффективности превентивных мер (через 6–12 месяцев

Окончание табл. 9.3.3

№ п/п	Наименование мероприятия	Содержание мероприятий
		после проведения Программы медико-профилактических мероприятий). Разработка индивидуальных рекомендаций по коррекции лечебно-профилактических мероприятий
4	*Дистанционное медицинское консультирование*	В формате очно / заочного консультирования по представленным документам
5	*Оценка эффективности Программы медико-профилактических мероприятий*	Социальная эффективность (частота и длительность обострений и ремиссий, осложнений в случаях в год; предотвращенный ущерб в случаях в год). Экономическая эффективность (эффективность в рублях на 1 рубль затрат).
6	*Масштабирование мероприятий Программы по итогам реализации и оценки ее эффективности*	

Конкретная реализация предложенных методических подходов к разработке и осуществлению Программ адресных медико-профилактических мероприятий представлена в ряде регионов с высоким уровнем напряженности гигиенических проблем. В целом специализированной медико-профилактической помощью охвачено порядка 800 тыс. человек из более чем 15 регионов и республик страны. Отдельно необходимо отметить решения, принятые Администрацией г. Братска, по организации и обеспечению реализации программных мер адресной медико-профилактической помощи детям и взрослым, подвергающимся воздействию химических факторов, причиняющих вред здоровью. Предложения по оказанию специализированной медико-профилактической помощи населению из зоны высокого риска, разработанные ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения при поддержке Управления Роспотребнадзора по Иркутской области и направленные в Администрацию г. Братска, вошли составной частью в раздел «Комплекс социально-направленных мероприятий» Комплексной программы «Обеспечение экологической безопасности на территории города Братска на 2019–2021 годы». Это стало первым опытом для города по программному планированию такого рода мероприятий, которые были в дальнейшем пролонгированы на 2022–2023 гг. и являлись социально ориентированной поддержкой населения.

В г. Шелехове Иркутской области Администрацией Шелеховского муниципального района для обоснования управленческих решений в рамках полномочий по инициативе ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения разработана Дорожная карта по выполнению мероприятий, направленных на снижение риска и вреда здоровью детского и взрослого населения, находящегося под воздействием факторов хозяйственной деятельности в г. Шелехове, на период 2021–2023 гг. В городе Красноярске инициирована Роспотребнадзором по Красноярскому краю и поддерживается на всех этапах реализации разработанная Центром трехступенчатая Программа медико-профилактических мер, дифференцированных по критериям причиненного вреда здоровью наиболее чувствительных групп населения (дети 4–7 лет) в зонах аэрогенного воздействия факторов риска, на период 2022–2024 гг.

Таким образом, адресные медико-профилактические мероприятия для населения, проживающего в зонах риска здоровью, являются компенсационными, социально значимыми и повышающими эффективность здоровьесберегающей политики, реализуемой в отношении населения органами власти и заинтересованными юридическими лицами.

9.4. Оценка эффективности мероприятий по профилактике риска и снижению негативных последствий здоровью населения

Обоснованность и корректность разработки принятия управленческих решений по критериям здоровья подчеркивается в работах ряда авторов [Попова А.Ю. и др., 2014, 2019; Зайцева и др., 2015a; 2019s].

В связи с этим отмечается чрезвычайная актуальность оценки эффективности и результативности мер, направленных на снижение рисков и устранение негативных последствий их реализации, в том числе причиненного вреда здоровью населения, проживающего в условиях значительного загрязнения объектов среды обитания (атмосферного воздуха, питьевой воды, почв и др.) [Landrigan P.J. et al., 2011; Клюев Н.Н. и др., 2018; Ракитский В.Н. и др., 2019; Валеуллина Н.Н. и др., 2019; Клейн С.В. и др., 2020].

Оценка эффективности мероприятий в настоящее время включает в себя:

– гигиеническую оценку адекватности и достаточности комплекса мероприятий, направленных на обеспечение безопасности для населения факторов среды обитания в местах постоянного проживания;

– оценку социальной и экономической эффективности адресных медико-профилактических мероприятий для населения из зон рисков здоровью.

При гигиенической оценке результативности в качестве информационной основы используют задачи, обозначенные к решению, и целевые показатели, запланированные к достижению. С учетом значительности и особенностей мероприятий, направленных на обеспечение надлежащего качества внешней среды, осуществляется выбор показателей для оценки результативности и комплексных мер, предусмотренных для конкретного городского поселения, направленных на профилактику рисков здоровью и негативных последствий их реализации. Такой подход обеспечит действенное направленное движение в сторону улучшения медико-демографических показателей, повышения качества и увеличения продолжительности жизни населения городов с острыми гигиеническими проблемами [Попова А.Ю. и др., 2019; Зайцева Н.В., 2019s].

Комплекс основных санитарно-гигиенических мероприятий, выполняемых Роспотребнадзором регионального и территориального уровня, направленных на обеспечение надлежащего качества среды обитания и минимизацию рисков здоровью проживающего населения, включает:

♦ анализ комплексных планов воздухоохранных мероприятий по критериям адекватности и достаточности с учетом обоснованного ранжированного перечня приоритетных веществ, требующих обязательного осуществления ограничительных мер для выполнения требований СанПиН 2.1.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»;

♦ подготовку в рамках своих полномочий по предупреждению и снижению негативного воздействия загрязнения объектов среды обитания на здоровье граждан предложений органам исполнительной власти городского поселения для принятия управленческих решений в целях обеспечения гигиенической безопасности условий проживания населения;

♦ подготовку постановлений о назначении административного наказания, судебных исков к конкретным хозяйствующим субъектам о привлечении к административной ответственности за неисполнение требований ст. 57 «Гражданско-правовая ответственность за причинение вреда вследствие нарушения санитарного законодательства» ФЗ-52 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», предписаний о необходимости исполнения вышеуказанных требований, вынесенных по результатам контрольно-надзорной деятельности;

♦ ежегодную актуализацию деятельности СГМ в части контроля качества объектов среды обитания по программам и точкам контроля, перечню лабораторных

исследований с учетом приоритетных химических веществ и реальной санитарно-гигиенической ситуации, совершенствование инструментальной базы, расширение области аккредитации.

Для оценки эффективности планируемых (или внедренных) воздухоохранных мероприятий предложен научный инструментарий, реализованный с помощью современного широко используемого подхода для решения прикладных исследований в области принятия управленческих решений, основанный на теории нечетких множеств (нечеткой логики), позволяющий оценивать условия многокомпонентных негативных воздействий, обусловливающих множественные негативные эффекты, в том числе в виде причиненного вреда здоровью. При этом ключевые показатели оцениваются не точечными, а интервальными значениями, характеризующимися функцией принадлежности к диапазону шкалированных параметров [Зайцева Н.В. и др., 2020, 2022у]. Реализованный подход позволяет установить перечень веществ и их вклад в причиненный вред здоровью, представляющих потенциальную опасность причинения вреда здоровью при аэрогенных экспозициях, который может быть положен в обоснование выбора для снижения (в 2 раза) выбросов опасных для здоровья загрязняющих веществ при формировании и корректировке комплексных планов по улучшению качества атмосферного воздух. Определены критерии, позволяющие оценить адекватность и достаточность воздухоохранных мероприятий как по отдельному веществу, так и по объему выбросов. Предложена оценка эффективности запланированных мероприятий по критериям предотвращенного вреда здоровью с экономической составляющей. Показаны возможности расчета концентраций, объемов выбросов, при которых не создается потенциальная опасность причинения вреда. Корректировка планов воздухоохранных мероприятий с учетом рассчитанной аэрогенной нагрузки (в т/г) от каждого хозяйствующего субъекта, потенциально достаточной для митигации риска и причиненного вреда здоровью, в зоне под экспозицией для каждого потенциально опасного вещества позволяет достичь эффективности воздухоохранных мероприятий хозяйствующим субъектом. Разработанные научно-методические подходы закреплены в методических указаниях «Оценка достаточности и эффективности планируемых мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух для митигации рисков и вреда здоровью населения» [МУ 2.1.0.3675-20].

Практическая реализация предложенных подходов продемонстрирована на примере городов Братска и Красноярска [Зайцева Н.В. и др., 2022, 2023]. Перечень и рекомендуемые объемы валовых выбросов приоритетных загрязняющих веществ в атмосферный воздух г. Братска, отраженные в комплексном Плане воздухоохранных мероприятий города, сформированном в 2018 г. на период до 2024 г., обоснованы с учетом данных инвентаризации выбросов, мониторинговых наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха, результатов оценки рисков здоровью (табл. 9.4.1).

Оценка адекватности и достаточности планируемых воздухоохранных мероприятий по перечню и снижению фактических объемов выбросов загрязняющих веществ по критериям причиненного вреда (табл. 9.4.2) позволила дать рекомендации к корректировке плана в целом и по отдельным веществам, требующим обязательного регулирования.

Сопоставительный анализ перечня веществ комплексного плана, подлежащих к регулированию, с перечнем веществ, причиняющих вред здоровью и рекомендуемых к обязательному включению в планы (обоснован в соответствии с МУ 2.1.0.3675-20), показал, что планируемые воздухоохранные мероприятия являются частично адекватными: в отношении взвешенных веществ и бензола мероприятия отсутствуют, а в отношении формальдегида и бенз(а)пирена – избыточны (табл. 9.4.3) [Пережогин А.Н., 2022с].

Оценка запланированной массы снижения выброса загрязняющих веществ по критерию снижения причиненного вреда после реализации воздухоохранных мероприятий показала частичную достаточность мероприятий, обеспечивающую низкую степень эффективности (на уровне 31,4 %) (табл. 9.4.4).

Таблица 9.4.1

Рекомендуемые объемы валовых выбросов приоритетных загрязняющих веществ на примере г. Братска в период 2018–2024 гг.

Вещество	Выбросы (не более, тыс. т/год)							Темп снижения выбросов за период 2018–2024 гг., %
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
Всего, в том числе с учетом приоритетности веществ	112 812	108 676	104 539	100 403	96 266	92 130	8799	-22,0
Бенз(а)пирен	2,4236	2,2794	2,1352	1,991	1,8468	1,7026	1,5584	-35,7
Фториды газообразные	1239,8	1189,1	1138,5	1087,9	1037,3	986,65	936,03	-24,5
Фенол	6,1031	5,4948	4,8865	4,2783	3,67	3,0617	2,4534	-59,8
Формальдегид	6,0517	5,4917	4,9317	4,3717	3,8117	3,2517	2,687	-55,6
Азот (IV) оксид	5927,0	5826,2	5725,5	5624,7	5523,9	5423,2	5322,4	-10,2
Серы диоксид	13994	13516	13038	12560	12081	11603	11125	-20,5
Углерода оксид	74683	72654	70625	68596	66567	64539	62510	-16,3
Марганец	0,2282	0,2206	0,2131	0,2055	0,1979	0,1904	0,1828	-19,9
Алюминий	14,7	13,84	12,98	12,12	11,26	10,4	9,54	-35,1

Таблица 9.4.2

Оценки адекватности и достаточности воздухоохранных мероприятий по критериям потенциальной опасности причинения вреда

Название критерия	Критерий оценки	Категория оценки
Адекватность мероприятий в отношении перечня загрязняющих веществ	Запланированный перечень веществ полностью совпадает с уточненным перечнем веществ, потенциально опасных по причинению вреда здоровью и рекомендованных к включению в планы воздухоохранных мероприятий	Адекватны
	Запланированный перечень веществ частично (недостаточны или избыточны) совпадает с уточненным перечнем веществ, потенциально опасных по причинению вреда здоровью и рекомендованных к включению в планы воздухоохранных мероприятий	Частично адекватны
	Запланированный перечень веществ полностью не совпадает с уточненным перечнем веществ, потенциально опасных по причинению вреда и рекомендованных к включению в планы воздухоохранных мероприятий	Неадекватны
Достаточность мероприятий в отношении запланированного снижения массы выброса загрязняющих веществ	Степень потенциальной опасности причинения вреда здоровью достигла целевого показателя ($Rg < 2$) после проведения воздухоохранных мероприятий	Достаточны
	Степень потенциальной опасности причинения вреда здоровью снизилась, но не достигла целевого показателя ($Rg < 2$) после проведения воздухоохранных мероприятий, т.е. недостаточна	Частично достаточны
	Степень потенциальной опасности причинения вреда здоровью не изменилась после проведения воздухоохранных мероприятий	Недостаточны

Таблица 9.4.3

Список веществ, выбросы которых подлежат обязательному регулированию планируемыми (или внедренными) воздухоохранными мероприятиями, сформированный по критериям причиненного вреда здоровью

Перечень веществ, выбросы которых запланированы к регулированию	Уточненный перечень веществ, причиняющих вред здоровью, выбросы которых подлежат обязательному регулированию	Окончательный список веществ, выбросы которых рекомендованы к обязательному регулированию
Азот (IV) оксид	Азот (IV) оксид	Азот (IV) оксид
Серы диоксид	Серы диоксид	Серы диоксид
Фториды газообразные	Фториды газообразные	Фториды газообразные
Фенол	Фенол	Фенол
-	Взвешенные вещества	Взвешенные вещества
-	Бензол	Бензол
Алюминий	Алюминий	Алюминий
Марганец	Марганец	Марганец
-	Свинец	Свинец
-	Хром	Хром
Бенз(а)пирен	-	-
Формальдегид	-	-

Таблица 9.4.4

Причиненный вред здоровью, детерминированный аэрогенной экспозицией, до и после внедрения воздухоохранных мероприятий

Класс болезней	Причиненный вред здоровью, детерминированный аэрогенной экспозицией		
	до внедрения воздухоохранных мероприятий	после внедрения запланированных воздухоохранных мероприятий	после внедрения откорректированных воздухоохранных мероприятий
Болезни органов дыхания	0,45	0,43	0,21
Болезни костно-мышечной системы	0,38	0,35	0,13
Болезни нервной системы	0,44	0,40	0,16
Болезни системы кровообращения	0,45	0,24	0,19
Болезни эндокринной системы	0,36	0,12	0,04
Болезни кожи	0,21	0,06	0,03
Врожденные аномалии	0,15	0,08	0,05
Совокупный причиненный вред здоровью (среднее значение)	***0,36***	***0,24***	***0,12***
Степень опасности причиненного вреда	***Средняя***	***Низкая***	***Пренебрежимо малая***
Эффективность воздухоохранных мероприятий, %	-	***31,4***	***65,7***
Степень эффективности	-	*Низкая*	*Достаточная*

Рекомендованы массы выброса веществ в атмосферный воздух, на величину которой требуется дополнительное к запланированному снижение по критерию уменьшения вреда здоровью населения, в том числе для азота оксида 152,6 т/год, серы диоксида – 118,87 т/год, фенола – 19,68 т/год. При внедрении откорректирован-

ных по критерию снижения вреда здоровью планов воздухоохранных мероприятий достигается достаточная степень эффективности (на уровне 65,7 %).

В целом можно сказать, что комплексные и конкретные территориальные планы воздухоохранных мероприятий:

– имеют различную гигиеническую эффективность;

– классифицируются в широком диапазоне оценок: от «неадекватных» и «недостаточных», требующих существенных корректировок, до «адекватных» и «эффективных», а в ряде случаев «избыточных».

На базе полученных результатов анализа комплексного плана Роспотребнадзором по Иркутской области была обозначена необходимость приведения в соответствие целевых показателей, в том числе по показателю «Уровень загрязнения атмосферного воздуха в г. Братске», достичь уровня «Высокий», с последующим переходом в категорию «Повышенный». Результаты направлены в Правительство и Министерство природных ресурсов и экологии Иркутской области, руководителям основных хозяйствующих субъектов в г. Братске, являющихся основными источниками выбросов в атмосферный воздух приоритетных веществ. Руководителям предприятий рекомендовано определить показатели и объемы снижения выбросов с учетом приоритетных веществ, запланировать мероприятия по снижению выбросов каждого вещества в соответствии с рекомендуемыми дополнительными объемами.

В рамках выполнения санитарно-гигиенических мероприятий Управлением Роспотребнадзора по Иркутской области подготовлено порядка 30 предложений органам исполнительной власти города для принятия управленческих решений по предупреждению и снижению негативного воздействия загрязнения атмосферного воздуха на здоровье, обоснованных с учетом ранжированного перечня приоритетных веществ (23 наименования), в том числе бенз(а)пирен, фтористый водород, фториды твердые, взвешенные вещества, сероводород, метилмеркаптан, фенол, формальдегид, хлор, азот (IV) диоксид, азота оксид, серы диоксид, углерода оксид, бензол, этилбензол, ксилол, толуол, свинец, хром, никеля оксид, марганец, медь, алюминий; для 11 из них, риск-реализующих нарушения здоровья, предусмотрена дополнительно разработка (алюминий оксид, марганец, хром (VI), никель, бензол, этилбензол, толуол, ксилол, формальдегид) или корректировка (фтор, фенол) существующих мер по ограничению выбросов в атмосферный воздух. Вынесено 11 постановлений о назначении административного наказания, инициировано 27 судебных дел о привлечении к административной ответственности конкретных хозяйствующих субъектов; один протокол за неисполнение СанПиН 2.1.3685-21 и одно предписание, вынесенные по результатам контрольно-надзорной деятельности.

Выполнена актуализация деятельности СГМ в части контроля качества атмосферного воздуха, в том числе:

а) оптимизированы с учетом розы ветров (январь, июль, среднегодовая), мест расположения предприятий, оказывающих наибольшее влияние на загрязнение селитебной застройки, влияния автономных источников теплоснабжения (печного отопления частного сектора) количество и расположение двух постов мониторинга (вместо существующих семи), один из которых находится в центральном районе Братска;

б) актуализирована в соответствии с утвержденными научно-методическими подходами Программа мониторинга загрязнения атмосферного воздуха с расширением номенклатуры контролируемых веществ до 30, из них пять канцерогенов, с получением информации о максимальных разовых и среднесуточных концентрациях (по 300 исследованиям в сутки), что позволило увеличить общее количество ежегодных выполняемых исследований примерно в 8 раз;

в) расширена область аккредитации до 41 методики по 152 показателям;

г) дооснащена инструментально-приборная база газоанализаторами портативными «ЭКОЛАБ (АР)», анализаторами пыли АТМАС и KANOMAX, газоанализаторами ГАНГ-4АР и ГАНК-4А.

В целом гигиеническая оценка результативности проводимых санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на повышение качества условий посто-

янного проживания и снижение рисков здоровью населения, свидетельствует об их эффективности. Подтверждением этого являются, например, результаты предварительного анализа динамических тенденций показателей качества атмосферного воздуха в наиболее проблемных регионах РФ за последние пять лет. Показано некоторое смягчение напряженности сложившейся ситуации, выразившееся в снижении доли городов (более чем на 20 %) с особо высоким уровнем загрязнения воздушной среды. В таких городах, как Абакан, Братск, Лесосибирск, Новокузнецк, уровень загрязнения снизился с «очень высокого» до «высокого».

Конкретно в Братске подтверждением результативности санитарно-гигиенических мероприятий, выполненных за период 2018–2020 гг., является положительная динамика качества атмосферного воздуха в зоне наибольшего риска. Установлено снижение удельного веса нестандартных проб в точках мониторинга более чем на 80 % [Пережогин А.Н., 2022b]. Среднегодовое содержание приоритетных загрязнений (взвешенных веществ и бенз(а)пирена) снизилось на 13,3–35,5 %; максимальных из разовых концентраций азота диоксида, фторидов твердых, фторида водорода, формальдегида – на 15–72 %. Концентрации метилмеркаптана, азота оксида, серы диоксида и металлов (хрома, марганца, никеля, меди, свинца) не превышают установленных санитарных норм. Обращает на себя внимание отсутствие проб атмосферного воздуха на уровне 5 ПДК и более по содержанию фторида водорода и взвешенных веществ. Установлена положительная динамика удельного веса проб на уровне 5 ПДК и более по содержанию фенола.

Оценка эффективности санитарно-гигиенических мероприятий, выполненная по критериям здоровья населения из зоны максимального риска, также показала положительную динамику состояния воздушной среды. Распространенность заболеваний верхних дыхательных путей (в виде хронических форм фарингита, тонзиллита, аллергического ринита и синдрома гиперчувствительности к промышленным аллергенам), костного аппарата (нарушений осанки и деформации стопы), астеновегетативных нарушений, гастродуоденальной дисфункции у детей в возрасте 4–7 лет существенно снизилась (от 3,8 до 100,0 %, p = 0,0001–0,041).

Оценка результатов биомониторинга подтверждает наличие положительного эффекта. У детей уровень содержания токсичных веществ в биосредах, адекватных приоритетным воздействующим факторам риска, снижается до 30 раз и более (p = 0,0001–0,032) (табл. 9.4.5).

Таблица 9.4.5

Динамика содержания химических веществ в биосредах детей в возрасте 4–7 лет из зоны максимального риска здоровью

Показатель	Содержание химических веществ в биосредах детей ($M \pm m$), мг/дм^3		Кратность снижения содержания веществ в биосредах в 2017/2020 гг.	Динамика нестандартных проб, %		Достоверность различий по средним ($p \leq 0,05$)
	2017 г.	2020 г.		2017 г.	2020 г.	
1	2	3	4	5	6	7
Содержание в крови						
Марганец	0,011 ± 0,001	0,012 ± 0,001	0,9	17,7	14,5	0,051
Медь	0,877 ± 0,140	0,842 ± 0,018	1,1	57,9	9,0	0,032
Никель	0,004 ± 0,001	0,004 ± 0,0004	1,0	12,9	39,9	0,653
Свинец	0,015 ± 0,003	0,016 ± 0,001	0,9	27,7	14,1	0,085
Хром	0,003 ± 0,001	0,0031 ± 0,0003	1,0	31,5	18,6	0,849
Бенз(а)пирен	0,001 ± 0,0001	0,00003 ± 0,000007	33,3	11,3	0,0	0,0001
Формальдегид	0,025 ± 0,004	0,045 ± 0,003	0,6	0,3	5,6	0,0001
Бензол	0,002 ± 0,0002	0,00059 ± 0,00005	3,4	55,6	20,1	0,0001

Окончание табл. 9.4.5

1	2	3	4	5	6	7
О-ксилол	0,005 ± 0,0005	0,00027 ± 0,00005	18,5	34,5	0,0	0,0001
П-, м-ксилол	0,0008 ± 0,0001	0,00014 ± 0,00003	7,5	19,8	0,0	0,0001
Толуол	0,0012 ± 0,0001	0,00026 ± 0,00004	4,6	27,6	51,2	0,0001
Фенол	0,049 ± 0,005	0,012 ± 0,0013	4,1	35,2	13,1	0,0001
Этилбензол	0,0003 ± 0,0001	0,00004 ± 0,00002	7,5	5,1	0,0	0,0001
Содержание в моче						
Алюминий	0,046 ± 0,006	0,013 ± 0,0015	3,5	41,6	3,6	0,0001
Фторид-ион	0,536 ± 0,081	0,425 ± 0,058	1,3	51,2	14,4	0,028

Предотвращенный ущерб здоровью детей из зоны наибольшего риска (5500 человек) в результате реализации санитарно-гигиенических мероприятий за три года составил 2111 случаев (табл. 9.4.6). Общая продолжительность предотвращенного периода нетрудоспособности взрослого населения в связи с уходом за ребенком составила 6900 дней.

Таблица 9.4.6

Предотвращенный ущерб здоровью детей в зоне наибольшего риска

Класс болезней	Нозология	Количество предотвращенных случаев заболеваний детей в зоне наибольшего риска	Общая продолжительность предотвращенного периода нетрудоспособности взрослого населения, дни
1	2	3	4
Болезни костно-мышечной системы	Нарушение осанки	532,1	2204,4
	Плоская стопа (приобретенная)	208,8	865,0
Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	Общий вариабельный иммунодефицит	29,6	155,0
	Железодефицитная анемия	-31,7	-165,9
Болезни нервной системы	Астеновегетативный синдром	-93,9	-371,3
	Синдром вегетативных дисфункций	72,2	285,4
Болезни органов дыхания	Бронхиальная астма с аллергокомпонентом	-31,7	-76,7
	Гипертрофия аденоидов	49,2	119,1
	Гипертрофия нёбных миндалин	-297,4	-720,1
	Хронический аденотонзиллит	-13,5	-32,7
	Хронический тонзиллит	384,2	930,2
	Хронический фарингит	114,8	278,0
	Хронический ринит	114,8	278,0
	Аллергический ринит	59,8	144,8
	Синдром гиперчувствительности к промышленным аллергенам	264,2	639,5
	Хронический синусит	16,4	39,7

Окончание табл. 9.4.6

1	2	3	4
Болезни органов пищеварения	Синдром функциональной диспепсии	281,7	1 051,2
	Билиарная дисфункция	161,3	601,8
	Кариес	348,6	1 300,8
Болезни системы кровообращения	Кардиомиопатия	13,4	59,9
Врожденные аномалии	Врожденные аномалии желчного пузыря	-141,3	-785,4
	Врожденные аномалии сердца	17,8	98,9
ВСЕГО		2111,2	6 899,6

Предполагаемые общие предотвращенные потери ВВП составили порядка 30,0 млн рублей (для 5500 детей). Экономия средств по внебюджетным фондам (ФОМС и ФСС) составила 39,0 млн руб./год (табл. 9.4.7).

Таблица 9.4.7

Предотвращенные потери по классам болезней и отдельным заболеваниям у детей из зоны максимального риска здоровью

Класс болезней	Нозология	Предотвращенные потери, тыс. руб.		
		ВВП	Выплаты из ФОМС за амбулаторное лечение	Выплаты из ФСС без учета стажа родителя
1	2	3	4	5
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	Нарушение осанки	9163,13	577,65	8510,45
	Плоская стопа (приобретенная)	3595,30	226,65	3339,2
Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	Общий вариабельный иммунодефицит	644,13	32,12	632,96
	Железодефицитная анемия	-689,41	-34,38	-677,45
Болезни нервной системы	Астеновегетативный синдром	-1543,30	-101,94	-1414,36
	Синдром вегетативных дисфункций	1186,10	78,35	1087,01
Болезни органов дыхания	Бронхиальная астма с аллергокомпонентом	-318,65	-34,38	-237,53
	Гипертрофия аденоидов	494,97	53,40	368,97
	Гипертрофия нёбных миндалин	-2992,87	-322,87	-2231,00
	Хронический аденотонзиллит	-136,04	-14,68	-101,41
	Хронический тонзиллит	3866,14	417,08	2881,96
	Хронический фарингит	1155,29	124,63	861,20
	Хронический ринит	1155,29	124,63	861,20
	Аллергический ринит	601,71	64,91	448,54
	Синдром гиперчувствительности к промышленным аллергенам	2658,00	286,75	1981,37
	Хронический синусит	164,82	17,78	122,86

Окончание табл. 9.4.7

1	2	3	4	5
Болезни органов пищеварения	Синдром функциональной диспепсии	4369,15	305,77	3933,92
	Билиарная дисфункция	2501,15	175,04	2252,00
	Кариес	5406,39	378,36	4867,84
Болезни системы кровообращения	Кардиомиопатия	248,91	14,56	235,79
Врожденные аномалии	Врожденные аномалии желчного пузыря	-3264,25	-153,36	-3246,05
	Врожденные аномалии сердца	411,3	19,32	408,93
ВСЕГО		29 878,28	2 291,82	26 080,77

В целом комплексная оценка санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на обеспечение качества атмосферного воздуха, выполненная с использованием не только санитарно-гигиенических показателей, но и показателей здоровья населения из зоны максимального риска (динамика фактической заболеваемости, данные биомониторинга), повышает качество и объективность оценки эффективности реализованных мер. Это позволяет повысить обоснованность и целенаправленность рекомендаций по корректировке дальнейших санитарно-гигиенических и медико-профилактических мер для лиц, принимающих управленческие решения по снижению гигиенических проблем и рисков здоровью.

В рамках реализации Программы адресных медико-профилактических мероприятий для населения из зон риска здоровью, например Комплексной программы «Обеспечение экологической безопасности на территории города Братска на 2019–2021 годы» (блок оказания специализированной медико-профилактической помощи населению в зоне наибольшего риска здоровью), в 2020 г. выполнены мероприятия по оказанию лечебно-профилактической помощи детям, в том числе с доказанными риск-реализованными нарушениями здоровья.

Востребованность и вид специализированных медико-профилактических мероприятий для детей на период до достижения приемлемых рисков здоровью характеризуется дифференцированностью в зависимости от степени реализации рисков здоровью [Пережогин А.Н., 2022b,c]:

1) *причинен вред в виде состоявшегося хронического заболевания, детерминированного воздействием аэрогенного химического фактора (25 % от общего числа экспонированных детей)*: технологии лечения заболеваний с суб- или декомпенсацией функционального состояния и профилактики инвалидизации у лиц с доказанным причинением вреда здоровью;

2) *хроническое заболевание, ассоциированное с воздействием химического фактора (45 % детей)*: технологии лечения хронических риск-ассоциированных заболеваний с суб- или компенсацией функционального состояния, профилактика осложнений;

3) *заболевание, ассоциированное с воздействием химического фактора (20 % детей):* технологии лечения риск-ассоциированных заболеваний с компенсацией функционального состояния, профилактика хронизации процесса;

4) *синдром дезадаптации, связь которого с воздействием химического фактора не доказана (10 % детей)*: технологии профилактики развития риск-ассоциированных заболеваний.

Практическая реализация медико-профилактических мероприятий включала поэтапное выполнение комплекса мер. На основании анализа данных, полученных по результатам первичного углубленного исследования, сформирован реестр детей с риск-реализованными заболеваниями, подлежащих оздоровлению. На базе педиатрического стационара Центра этим детям выполнено дополнительное обследование, предусматривающее уточнение этиопатогенетического механизма течения за-

болевания, и лечение, направленное на снижение его тяжести и профилактику осложнений.

Комплекс основной и индивидуальной схемы лечебно-профилактических мер базировался на целевом сочетании основных рекомендаций Минздрава России и технологий, направленных на ускорение снижения уровня избыточного содержания приоритетных токсичных соединений в организме и на коррекцию вызываемых ими основных патофизиологических сдвигов в органах-мишенях, оцениваемых как риск-реализованные состояния [Зайцева Н.В. и др., 2014, 2015]:

а) стимуляция клеточно-органных механизмов биотрансформации и выведения токсичных веществ (сорбционные технологии, сочетающие в себе энтеросорбенты, холекинетики, активаторы системы цитохрома Р-450, усиленный питьевой режим);

б) мембраностабилизирующие, гепатопротекторные технологии (восстановление липидного слоя мембранных структур с помощью фосфолипидов, стимуляция желчетока холеретиками);

в) восстановление баланса окислительно-антиоксидантных и энергетических процессов (снижение активности перекисного окисления липидов, активация антиоксидантой защиты мембраны клеток, восстановление синтеза аденозинтрифосфорной кислоты из аденозиндифосфорной кислоты);

г) улучшение нейровегетативной регуляции, метаболических процессов в ЦНС (ГАМК-эргическое и глутаматрегулирующее действие);

д) стимуляция факторов иммунологической защиты и неспецифической резистентности (иммуномодулирующее действие);

е) усиление остеосинтеза, восполнение дефицита макроэлементов (кальция).

Оценка эффекта от реализации лечебно-профилактических мероприятий в катамнезе (через 12 месяцев после их проведения) по результатам опроса родителей детей, получивших предложенную схему лечения, выявила в 83,3 % случаев положительное влияние мероприятий на состояние здоровья ребенка, которое выразилось в следующих оценках: «практически перестал болеть», «набрал вес, подрос», «не болел», «стал более активным и внимательным», «установлен полный диагноз».

Установлена положительная динамика показателя частоты обострений и длительности течения основного заболевания (например, бронхиальной астмы с преобладанием аллергического компонента, хронического тонзиллита, вегетососудистой дистонии, общего иммунодефицита и др.) (табл. 9.4.8).

Таблица 9.4.8

Частота и длительность заболеваний у детей, получивших схему лечения, в катамнезе

Показатель	Среднее количество заболеваний на одного человека в год, случаи		Средняя длительность течения одного случая заболевания на одного человека, дни		Достоверность различий до и после лечения, $p \leq 0{,}05$	
	до лечения	после лечения	до лечения	после лечения	частота	длительность
Основное заболевание, обострение	4,8 ± 1,2	1,5 ± 0,4	10,7 ± 2,2	7,7 ± 1,5	*0,0001*	*0,023*
ОРВИ	4,0 ± 0,8	1,5 ± 0,3	8,4 ± 1,7	6,0 ± 1,5	*0,0001*	*0,026*

Общее количество заболеваний в год у детей снизилось в 2,1 раза (с 49 случаев в год до лечения до 23 случаев в год после лечения). Оценка обострений основного заболевания показала, что средняя частота заболеваний в год на одного человека достоверно снизилась в 3,2 раза (p = 0,0001). Средняя длительность течения одного случая обострения снизилась в 1,4 раза (p = 0,023). Оценка состояния

общей резистентности у детей по критерию ОРВИ показала, что частота заболевания в среднем на одного ребенка в год снизилась в 2,3 раза (p = 0,0001), средняя длительность течения одного случая заболевания снизилась в 1,4 раза (p = 0,026).

В целом примененный комплекс адресных санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий, направленных на решение обозначенных гигиенических проблем, по своей сути является социально значимым, экономически эффективным и компенсационным. Общие предотвращенные потери ВВП составили порядка 1 млрд рублей. Экономическая эффективность лечебно-профилактических мероприятий составила 1,8 рубля на 1 рубль затрат (на одного пролеченного пациента).

Комплекс гигиенических, медицинских, экономических показателей и критериев, примененный для оценки эффекта и эффективности санитарно-гигиенических и медико-профилактических мероприятий, показал с достаточной степенью надежности социальную значимость и экономическую эффективность предотвращенных последствий.

На основании достигнутой эффективности для повышения адекватности и надежности принимаемых управленческих решений по проблемным гигиеническим аспектам, направленным на снижение рисков здоровью и устранение негативных последствий их реализации, рекомендовано в рамках оказания адресной социально ориентированной поддержки населению обеспечить продолжение реализации Программы медико-профилактической помощи детям и взрослым в зоне наибольшего риска здоровью, что и было выполнено в последующий период.

Опыт, полученный органами исполнительной власти, промышленными предприятиями на базе тесного взаимодействия с наукой, направленный на создание условий сохранения здоровья, повышение качества и увеличение продолжительности жизни населения с учетом сложившейся санитарно-гигиенической ситуации, является беспрецедентным и уникальным, вносит весомый вклад в повышение эффективности здоровьесберегающей политики в отношении населения и в процесс оптимизации ситуации на ближайшую и отдаленную перспективу.

Список литературы к главе 9

Авалиани, С.Л. Проблемы совершенствования системы управления качеством окружающей среды на основе анализа риска здоровью населения / С.Л. Авалиани, С.М. Новиков, Т.А. Шашина, Н.С. Додина, В.А. Кислицин, А.Л. Мишина // Гигиена и санитария. – 2014. – Т. 93, № 6. – С. 5–8.

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

Бабанов, С.А. Производственные факторы и репродуктивное здоровье: каузация и оценка профессиональных рисков / С.А. Бабанов, Л.А. Стрижаков, И.А. Агаркова, Ю.В. Тезиков, И.С. Липатов // Гинекология. – 2019. – Т. 21, № 4. – С. 33–43.

База данных № 2016621247. Уровни содержания химических соединений в объектах окружающей среды в привязке к точкам проживания населения (Качество среды обитания): база данных РФ; № 2016621001; заявл. 19.07.2016; опубл. 14.09.2016 / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн, С.Ю. Балашов, Л.А. Ситчихина.

Балашов, С.Ю. Математический аппарат установления региональных фоновых уровней содержания вредных веществ в биологических средах детского населения [Электронный ресурс] / С.Ю. Балашов, Д.А. Кирьянов // Здоровье семьи 21 век. – 2010. – URL: http://www.fh-21.perm.ru/download/3_3.pdf (дата обращения: 24.09.2023).

Балашов, С.Ю. Методические подходы к оценке долевого вклада хозяйствующих субъектов в хронический риск здоровью населения / С.Ю. Балашов, И.В. Май, С.В. Клейн // Медицина труда и промышленная экология. – 2017. – № 6. – С. 26–29.

Безгодов, И.В. Ранжирование и оценка территорий Иркутской области по уровню комплексного антропогенного загрязнения / И.В. Безгодов, Н.В. Ефимова, М.В. Кузьмина, И.В. Мыльникова // Здоровье населения и среда обитания. – 2017. – № 2 (287). – С. 38–40.

Березин, И.И. Современное состояние атмосферного воздуха в городе с интенсивным развитием нефтеперерабатывающей промышленности / И.И. Березин, Е.А. Семаева // Здоровье населения и среда обитания. – 2018. – № 3 (288). – С. 18–22.

Богданова, В.Д. Гигиеническая оценка питьевой воды из подземных источников централизованных систем водоснабжения о. Русский / В.Д. Богданова, П.Ф. Кику, Л.В. Кислицина // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 2. – С. 28–37.

Боев, В.В. Изменение элементного состава верхнего горизонта почв под воздействием предприятий нефтегазопереработки / В.В. Боев, Н.В. Барановская, В.А. Боев, М.Т. Джамбаев, Т.С., Шахова, Л.В. Жорняк // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг природных ресурсов. – 2019. – № 330. – С. 179–189.

Боев, В.М., Гигиеническая оценка риска здоровью населения при комбинированном пероральном поступлении тяжелых металлов / В.М. Боев, Е.А. Кряжева, Д.Н. Бегун, Е.Л. Борщук, Д.А. Кряжев // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 2. – С. 35–43.

Будников, Г.К. Химическая безопасность и мониторинг живых систем на принципах биомиметики / Г.К. Будников, С.Ю. Гармонов, Э.П. Медянцева, Г.Л. Евтюгин. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 320 с.

Валеуллина, Н.Н. Оценка риска для здоровья населения от воздействия химических веществ, определяемых в атмосферном воздухе города Челябинска за 2015–2017 гг. / Н.Н. Валеуллина, В.М. Ефремова, А.Л. Бекетов, Н.А. Брылина, Е.В. Никифорова, Г.Ш. Гречко, Т.С. Колотова // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: материалы IX Всероссийской научно-практической конференции. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2019. – С. 95–100.

Валина, С.Л. Маркерные показатели реализации у детского населения аллергических реакций, ассоциированных с аэрогенным воздействием соединений марганца и никеля / С.Л. Валина, И.Е. Штина, О.А. Маклакова Д.А. Эйсфельд, О.Ю. Устинова // Анализ риска. – 2020. – № 4. – С. 84–91.

Валина, С.Л. Роль техногенных химических факторов риска в развитии когнитивных дисфункций у детей в зоне влияния предприятий цветной металлургии / С.Л. Валина, О.Ю. Устинова, М.А. Савинков, Л.В. Ошева, О.А. Кобякова, Д.А. Эйсфельд // Гигиена и санитария. – 2022. – Т. 101, № 11. – С. 1354–1361.

Васильев, В.В. Обеспечение населения региона качественной питьевой водой в рамках реализации проекта «Чистая вода в Пензенской области» / В.В. Васильев, Т.В. Рябинина, М.В. Перекусихин, Е.В. Васильев // Здоровье населения и среда обитания. – 2021. – № 2. – С. 35–42.

Вековшинина, С.А. Качество среды обитания и риск здоровью населения, проживающего под воздействием выбросов предприятий цветной металлургии и деревообрабатывающей промышленности / С.А. Вековшинина, С.В. Клейн, И.Г. Жданова-Заплесвичко, К.В. Четвёркина // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 1. – С. 29–34.

Водянова, М.А. Эколого-гигиеническая оценка качества почв урбанизированных территорий / М.А. Водянова, И.А. Крятов, Л.Г. Донерьян, И.С. Евсеева, Д.И. Ушаков, А.В. Сбитнев // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 10. – С. 913–916.

Волкодаева, М.В. Использование геоинформационных технологий для задач оптимизации размещения станций мониторинга качества атмосферного воздуха / М.В. Волкодаева // Записки горного института. – 2015. – Т. 215. – С. 107–114.

Гилева, О.В. Методическое обеспечение определения токсичных и эссенциальных элементов в биологических средах человека / О.В. Гилева, Т.С. Уланова, Г.А. Вейхман, А.В. Недошитова, Е.В. Стенно // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 1. – С. 116–122.

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

Горбанев, С.А. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха в районе расположения предприятия по производству минеральных удобрений / С.А. Горбанев, О.Л. Маркова, Г.Б. Еремин, Н.А. Мозжухина // Гигиена и санитария. – 2021. – Т. 100, № 8. – С. 755–761.

Горяев, Д.В. Промышленные предприятия и категории риска причинения вреда здоровью / Д.В. Горяев, И.В. Тихонова, Д.А. Кирьянов // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 12. – С. 1155–1158.

ГОСТ 12.1.007-76 Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. 1977 Электронный фонд нормативно-правовых документов [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/5200233 (дата обращения: 26.04.2022).

ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска [Электронный ресурс]. – URL: http://docs.cntd.ru/document/gost-r-iso-mek-31010-2011 (дата обращения: 10.10.2023).

Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2022 году»: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2023. – 368 с.

Григорьева, Е.А. Здоровье населения при экстремальных температурах: методика прогноза и результаты оценки / Е.А. Григорьева // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 11. – С. 1279–1284.

Григорьева, Е.А. Климатическая дискомфортность Дальнего Востока России и заболеваемость населения / Е.А. Григорьева // Региональные проблемы. − 2018. − Т. 21, № 2. − С. 105–112.

Гурвич, В.Б. Система профилактических мероприятий по управлению риском для здоровья населения, подвергающегося влиянию химически загрязненной среды обитания (на примере Свердловской области) / В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин, Б.И. Никонов, Э.Г. Плотко, С.В. Ярушин, О.Л. Малых, Ю.И. Солобоева, Е.А. Кузьмина, И.А. Плотникова, Е.П. Ваняева // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 9 (246). – С. 6–10.

Давыдова, И.С. Проблема загрязнения атмосферного воздуха в городах [Электронный ресурс] / И.С. Давыдова, А.В. Гапоненко // Sciences of Europe. Geographical Sciences. – 2017. – Vol. 14, № 14. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/problema-zagryazneniya-atmosfernogo-vozduha-v-gorodah (дата обращения: 11.07.2023).

Демографический энциклопедический словарь / науч.-ред. совет изд-ва «Советская энциклопедия», Московский гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, экон, фак., Центр по изучению проблем народонаселения; гл. ред. Д.И. Валентейн. – М.: Советская энциклопедия, 1985. – 607 с.

Дерябин, А.Н. Риск здоровью населения, связанный с экспозицией химических веществ почвы / А.Н. Дерябин, Т.Н. Унгуряну, Р.В. Бузинов // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 3. – С. 18–25.

Дианова, Д.Г. Показатели гибели клетки у детей в условиях избыточного поступления хлорсодержащих соединений с питьевой водой / Н.В. Зайцева, О.В. Долгих, А.В. Кривцов // Иммунопатология, аллергология, инфектология. – 2017. – № 1. – С. 80–87.

Долгих, О.В. Особенности формирования специфической гаптенной сенсибилизации к фенолу у детей / О.В. Долгих, Д.Г. Дианова // Анализ риска здоровью. – 2022. – № 1. – С. 133–139.

Долгих, О.В. Оценка иммунного статуса детского населения с функциональными нарушениями дыхательной системы, проживающего в зоне аэрогенной экспозиции алюминием / О.В. Долгих, И.Н. Аликина, М.А. Гусельников // Пермский медицинский журнал. – 2020. – Т. 36, № 5. – С. 44–51.

Долгих, О.В. Цитокиновый профиль у детей под воздействием хлороформа и ванадия / О.В. Долгих, Д.Г. Дианова // Гигиена и санитария. – 2021. – Т. 100, № 5. – С. 489–494.

Дроздова, Е.В. К вопросу об образовании побочных продуктов дезинфекции питьевой воды (регламентируемых и эмерджентных), их генотоксических и канцерогенных свойствах: обзор проблемы и направления дальнейших исследований / Е.В. Дроздова, В.В. Бурая, В.В. Гирина, Т.З. Суровец, А.В. Фираго // Здоровье и окружающая среда. – 2016. – № 26. – С. 12–16.

Дроздова, Е.В. Экспериментальные модели хронической патологии животных для оценки рисков здоровью чувствительных групп населения / Е.В. Дроздова, С.И. Сычик, В.А. Грынчак, С.Н. Рябцева // Анализ риска здоровью. – 2022. – № 2. – С. 185–195.

Европейское региональное бюро ВОЗ. Биомониторинг человека: факты и цифры. – Копенгаген, 2015. – 88 с.

Европейское региональное бюро ВОЗ. Отчет Шестой министерской конференции по окружающей среде и охране здоровья. – Острава, Чешская Республика, 2017. – 109 с.

Ежегодник ФГБУ «ГГО». Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России: ежегодник [Электронный ресурс] // Перечень материалов, изданных ГГО. – СПб: ФГБУ «ГГО». – URL: http://voeikovmgo.ru/index.php/deyatelnost/publikacii/40-perechen-materialov-izdannykh-ggo (дата обращения: 11.07.2023).

Ефимова, Н.В. Оценка канцерогенного риска для населения экологически неблагополучных территорий Иркутской области / Н.В. Ефимова, Н.В. Ханхареев, С.С. Моторов, В.Р. Мадеев // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 1. – С. 90–93.

Жданова-Заплесвичко, И.Г. Биомаркеры неканцерогенных негативных эффектов со стороны центральной нервной системы у детей в зоне влияния источников выбросов алюминиевого производства / И.Г. Жданова-Заплесвичко, М.А. Землянова, Ю.В. Кольдибекова // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 5. – С. 461–469.

Жуковская, К. Загрязнение воздуха как фактор риска случаев заболевания и рецидивов рассеянного склероза / К. Жуковская, М.-А. Байнд, А.-М. Ландтблом // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 3. – С. 169–175.

Журба, О.М. Оценка контаминации снегового покрова для выявления зон ингаляционного химического риска / О.М. Журба, Н.В. Ефимова, С.С. Ханхареев, А.Н. Алексеенко, А.В. Меринов, Е.В. Мадеева, В.Р. Моторов // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99, № 4. – С. 363–367.

Загороднов, С.Ю. Мелкодисперсные частицы ($PM_{2.5}$ И PM_{10}) в атмосферном воздухе крупного промышленного региона: проблемы мониторинга и нормирования в составе производственных выбросов / С.Ю. Загороднов, И.В. Май, А.А. Кокоулина // Гигиена и санитария. 2019. – Т. 98, № 2. – С. 142–147.

Зайцева, Н.В. Исследование показателей негативных эффектов у детей в условиях сочетанного воздействия аэрогенных химических и неблагоприятных климатических факторов / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, Ю.В. Кольдибекова // Анализ риска здоровью – 2022. Фундаментальные и прикладные аспекты обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Международная встреча по окружающей среде и здоровью RISE-2022: материалы XII 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, 2022t. – С. 21–28.

Зайцева, Н.В. 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. – 2022e. – № 3. – С. 4–20.

Зайцева, Н.В. Выявление омик-маркеров негативных эффектов, ассоциированных с аэрогенным комбинированным воздействием соединений алюминия и фтора / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, Ю.В. Кольдибекова, А.Н. Пережогин, М.С. Степанков, Н.И. Булатова // Анализ риска здоровью. – 2022d. – № 1. – С. 123–132.

Зайцева, Н.В. Исследование показателей негативных эффектов у детей в условиях воздействия неблагоприятных факторов субарктического климата / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, Ю.В. Кольдибекова, Е.В. Пескова // Якутский медицинский журнал. – 2021g. – Т. 75, № 3. – С. 5–8.

Зайцева, Н.В. К задаче оценки воздействия объектов накопленного вреда окружающей среде на здоровье граждан и продолжительность их жизни / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн, Д.А. Кирьянов, А.М. Андришунас, Н.Н. Слюсарь, Е.В. Максимова, М.Р. Камалтдинов // Анализ риска здоровью. – 2022u. – № 1. – С. 4–16.

Зайцева, Н.В. К оценке риска для здоровья населения, обусловленного влиянием климатических факторов в условиях Крайнего Севера / Н.В. Зайцева, П.З. Шур, Д.А. Кирьянов, М.Р. Камалтдинов, А.А. Хасанова // Анализ риска здоровью. – 2022f. – № 3. – С. 53–62.

Зайцева, Н.В. К практике доказывания вреда здоровью населения на популяционном и индивидуальном уровнях при воздействии вредных факторов среды обитания / Н.В. Зайцева, С.В. Клейн, Э.В. Седусова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015a. – Т. 1, № 7. – С. 457–463.

Зайцева, Н.В. Качество атмосферного воздуха и показатели риска здоровью как объективные критерии результативности воздухоохранной деятельности на территориях городов-участников Федерального проекта «Чистый воздух» / Н.В. Зайцева, И.В. Май // Анализ риска здоровью. – 2023a. – № 1. – С. 4–12.

Зайцева, Н.В. Комплексная оценка эффективности митигации вреда здоровью на основе теории нечетких множеств при планировании воздухоохранных мероприятий / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, И.В. Май, В.Б. Алексеев, П.В. Трусов, Е.В. Хрущева, А.А. Савочкина // Анализ риска здоровью. – 2020i. – № 1. – С. 25–37.

Зайцева, Н.В. Медико-профилактические технологии управления риском нарушений здоровья, ассоциированных с воздействием факторов среды обитания / Н.В. Зайцева, О.Ю. Устинова, М.А. Землянова // Гигиена и санитария. – 2015b. – № 1. – С. 109–113.

Зайцева, Н.В. 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. – 2019m. – № 3. – С. 4–18.

Зайцева, Н.В. Методы и технологии анализа риска в системе государственного управления при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия / Н.В. Зайцева, А.Ю. Попова, И.В. Май, П.З. Шур // Гигиена и санитария. – 2015c. – Т. 94, № 2. – С. 3–98.

Зайцева, Н.В. Научное обоснование политики митигирования последствий загрязнения объектов среды обитания населения на базе сопряженной оценки рисков и доказанного вреда здоровью / Н.В. Зайцева, И.В. Май // Анализ риска здоровью – 2020 совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью Rise-2020 и круглым столом по безопасности питания: материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 т. / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2020j. – Т. 1 – С. 9–14.

Зайцева, Н.В. 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. – 2022x. – № 4. – С. 4–17.

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

Зайцева, Н.В. Научно-методические подходы к обоснованию и организации профилактической помощи детям с заболеваниями органов дыхания, ассоциированными с воздействием химических факторов среды обитания / Н.В. Зайцева, О.Ю. Устинова, М.А. Землянова, О.А. Маклакова // Гигиена и санитария. – 2014. – Т. 93, № 6. – С. 104–107.

Зайцева, Н.В. Научно-методические подходы к проведению исследования для установления связи нарушений здоровья населения с многосредовым воздействием химических факторов в зоне влияния предприятий по производству алюминия и целлюлозно-бумажной промышленности / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, А.Н. Пережогин, И.Г. Жданова-Заплесвичко // Здоровье населения и среда обитания. – 2017w. – № 9 (294). – С. 26–29.

Зайцева, Н.В. Научные принципы применения биомаркеров в медико-экологических исследованиях / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, В.П. Чащин, А.Б. Гудков // Экология человека. – 2019n. – № 9. – С. 4–14.

Зайцева, Н.В. Некоторые аспекты развития нейротоксических эффектов при воздействии нейротропных химических веществ / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, Ю.А. Кольдибекова, Е.В. Пескова // Экология человека. – 2020. – № 3. – С. 47–53.

Зайцева, Н.В. Новые механизмы нормирования выбросов в атмосферу: концептуальный взгляд на перспективы и проблемы с позиций обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения / Н.В. Зайцева, И.В. Май // Анализ риска здоровью. – 2020k. – № 2. – С. 4–15.

Зайцева, Н.В. Обоснование биомаркеров экспозиции и эффекта в системе доказательства причинения вреда здоровью при выявлении неприемлемого риска, обусловленного факторами среды обитания / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, К.П. Лужецкий, С.В. Клейн // Вестник Пермского университета. Серия Биология. – 2016a. – № 3. – С. 12–14.

Зайцева, Н.В. 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, А.Н. Пережогин, Д.Ф. Савиных // Здоровье населения и среда обитания. – 2021h. – № 1 (334). – С. 4–15.

Зайцева, Н.В. Особенности иммунного профиля и полиморфизма кандидатных генов у детского населения при промышленной контаминации биосред ртутью / Н.В. Зайцева, Н.А. Никоношина, О.В. Долгих // Гигиена и санитария. – 2021. – Т. 100, № 10. – С. 1133–1138.

Зайцева, Н.В. Особенности иммунологических и генетических нарушений человека в условиях дестабилизации среды обитания: монография / Н.В. Зайцева, О.В. Долгих, Д.Г. Дианова. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2016b. – 300 с.

Зайцева, Н.В. Оценка аэрогенного воздействия приоритетных химических факторов на детское население в зоне влияния предприятий по производству алюминия / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, Ю.В. Кольдибекова, И.Г. Жданова-Заплесвичко, А.Н. Пережогин, С.В. Клейн // Гигиена и санитария. – 2019p. – Т. 98, № 1. – С. 68–75.

Зайцева, Н.В. Распределение твердых частиц микроразмерного диапазона в дыхательных путях человека: натурный эксперимент / Н.В. Зайцева, Д.А. Кирьянов, С.В. Клейн, М.Ю. Цинкер, А.М. Андришунас // Гигиена и санитария. – 2023b. – Т. 102, № 5. – С. 412–420.

Зайцева, Н.В. Риск для здоровья населения и эффективность мероприятий по повышению качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения / Н.В. Зайцева, С.В. Клейн, И.В. Май, А.А. Савочкина, Д.А. Кирьянов, М.Р. Камалтдинов, С.А. Вековшинина // Гигиена и санитария. – 2022y. – Т. 101, № 11. – С. 1403–1411.

Зайцева, Н.В. Совершенствование стратегических подходов к профилактике заболеваний, ассоциированных с воздействием факторов среды обитания / Н.В. Зайцева, О.Ю. Устинова, М.А. Землянова // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 11 (248). – С. 14–19.

Зайцева, Н.В. Социально-экономические детерминанты и потенциал роста ожидаемой продолжительности жизни населения Российской Федерации с учетом региональной дифференциации / Н.В. Зайцева, Г.Г. Онищенко, А.Ю. Попова, С.В. Клейн, Д.А. Кирьянов, М.В. Глухих // Анализ риска здоровью. – 2019r. – № 4. – С. 14–29.

Зайцева, Н.В. Эффективность и резервы достижения стратегических приоритетов в снижении неинфекционных заболеваний, связанных с факторами окружающей среды / Н.В. Зайцева // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием; под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2019s. – С. 7–12.

Зайцева, Н.В. Медико-профилактические технологии коррекции риск-ассоциированных нарушений здоровья как потенциал совершенствования санаторно-курортного лечения / Н.В. Зайцева, О.Ю. Устинова, М.А. Землянова // Актуализация научных подходов восстановительной медицины к совершенствованию санаторно-курортного лечения; под общей ред. А.Д. Фесюна, И.П. Бобровницкого. – М.: ООО «Грин Принт», 2022f. – С. 125–160.

Землянова, М.А. Биомаркеры экспозиции и негативных эффектов для задач гигиенических оценок и экспертиз / М.А. Землянова // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием; под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2019a. – С. 595–598.

Землянова, М.А. Обоснование ассоциативных связей показателей негативных эффектов со стороны органов дыхания, системы крови и иммунной системы у детей с повышенным содержанием меди, никеля и хрома в крови / М.А. Землянова, Н.В. Зайцева, Ю.В. Кольдибекова, О.Ю. Устинова, О.А. Кобякова // Гигиена и санитария. – 2022. – Т. 101, № 11. – С. 1347–1353.

Землянова, М.А. Особенности заболеваемости болезнями органов дыхания у детского населения, проживающего в зоне воздействия компонентов выбросов крупного производства глинозема / М.А. Землянова, И.В. Тихонова, Ю.В. Кольдибекова // Здоровье населения и среда обитания. – 2019b. – № 7 (316). – С. 28–33.

Землянова, М.А. Оценка информативности показателей потенциального риска и фактически причиненного вреда здоровью в условиях негативных воздействий химического фактора / М.А. Землянова, Н.В. Зайцева, И.В. Тихонова // Анализ риска здоровью – 2020 совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE – 2020 и круглым столом по безопасности питания: материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 т. / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2020c. – Т. 1. – С. 123–129.

Землянова, М.А. Реализация рисков развития заболеваний органов дыхания у детей, подвергающихся воздействию химических факторов экспозиции, связанной с хозяйственной деятельностью субъекта по производству глинозема / М.А. Землянова, И.В. Тихонова // Здоровье населения и среда обитания. – 2019c. – № 11 (320). – С. 42–47.

Землянова, М.А. Тенденции состояния здоровья детского населения и их связь с основными аэрогенными факторами риска в условиях специфического загрязнения атмосферного воздуха предприятиями металлургического и деревообрабатывающего профиля / М.А. Землянова, А.Н. Пережогин, Ю.В. Кольдибекова // Анализ риска здоровью. – 2020d. – № 4. – С. 46–54.

Казакова, О.А. Иммуногенетические особенности у женщин с нарушениями репродуктивной функции, экспонированных фенолами / О.А. Казакова, О.В. Долгих, А.В. Кривцов, О.О. Синицына, А.А. Мазунина // Российский иммунологический журнал. – 2017. – Т. 11 (20), № 2. – С. 141–143.

Казанцев, И.В. Содержание тяжелых металлов в почвенном покрове в условиях техногенеза / И.В. Казанцев, Т.Б. Матвеева // Самарский научный вестник. – 2016. – № 1 (14). – С. 34–37.

Карелин, А.О. Правовой анализ использования оценки риска здоровью в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения / А.О. Карелин, А.Ю. Ломтев, Г.Б. Еремин, Н.А. Мозжухина, П.А. Ганичев // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99, № 6. – С. 624–630.

Карелин, А.О. Применение географических информационных систем для совершенствования санитарно-эпидемиологического надзора и социально-гигиенического мониторинга / А.О. Карелин, А.Ю. Ломтев, Г.Б. Еремин, С.А. Горбанёв, Ю.А. Новикова // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 7. – С. 620–622.

Карелин, А.О. Совершенствование подходов к оценке воздействия антропогенного загрязнения атмосферного воздуха на население в целях управления рисками для здоровья / А.О. Карелин, А.Ю. Ломтев, М.В. Волкодаева, Г.Б. Еремин // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 1. – С. 82–86.

Кику, П.Ф. Гигиеническая оценка качества питьевой воды и риски для здоровья населения Приморского края / П.Ф. Кику, Л.В. Кислицина, В.Д. Богданова, К.М. Сабирова // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 1. – С. 94–101.

Кику, П.Ф. Эколого-гигиенические факторы и распространённость болезней системы кровообращения / П.Ф. Кику, С.Н. Бениова, В.Г. Морева, Т.В. Горборукова, О.А. Измайлова, А.В. Сухова, К.М. Сабирова, В.Д. Богданова // Здравоохранение Российской Федерации. – 2019. – Т. 63, № 2. – С. 92–97.

Кирьянов, Д.А. К расчету количества случаев заболеваний населения, ассоциированных с острым кратковременным воздействием вредных химических веществ в атмосферном воздухе / Д.А. Кирьянов, М.Ю. Цинкер, Д.Р. Хисматуллин // Анализ риска здоровью. – 2023. – № 2. – С. 69–79.

Кирьянов, Д.А. Параметризация зависимостей между факторами риска и здоровьем населения при хроническом воздействии многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха / Д.А. Кирьянов, М.Р. Камалтдинов, М.Ю. Цинкер, С.В. Бабина // Анализ риска здоровью. – 2022. – № 4. – С. 33–44.

Киселев, А.В. Применение результатов расчета загрязнения атмосферного воздуха для социально-гигиенического мониторинга / А.В. Киселев, Я.В. Григорьева // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 4. – С. 306–309.

Клейн, С.В. Анализ причинно-следственных связей уровней биологических маркеров экспозиции тяжелых металлов с их персонифицированной дозовой нагрузкой в зоне влияния отходов крупного металлургического комбината / С.А. Вековшинина, С.Ю. Балашов, М.Р. Камалтдинов, Н.Г. Атискова, А.В. Недошитова, С.С. Ханхареев, Е.В. Мадеева // Гигиена и санитария. – 2017а. – Т. 96, № 1. – С. 29–35.

Клейн, С.В. Климатические и химические факторы риска здоровью населения регионов арктической и субарктической зон: популяционный и субпопуляционный уровни // С.В. Клейн, М.А. Землянова, Ю.В. Кольдибекова, М.В. Глухих // Анализ риска здоровью. – 2022. – № 3. – 39–52

Клейн, С.В. Приоритетные факторы риска питьевой воды систем централизованного питьевого водоснабжения, формирующие негативные тенденции в состоянии здоровья населения / С.В. Клейн, С.А. Вековшинина // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 3. – С. 49–60.

Клейн, С.В. Пространственный анализ в задаче формирования доказательной базы вреда здоровью при воздействии факторов среды обитания / С.В. Клейн, С.А. Вековшинина, С.Ю. Балашов, А.А. Кокоулина // Здоровье населения и среда обитания. – 2017. – № 10 (295). – С. 9–13.b

Клюев, Н.Н. «Грязные» города России: факторы, определяющие загрязнение атмосферного воздуха / Н.Н. Клюев, Л.М. Яковенко // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2018. – Т. 26, № 2. – С. 237–250.

Колнет, И.В. Организация мониторинга уровня загрязнения почвы для оценки риска здоровью детей / И.В. Колнет, Е.М. Студеникина // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. – 2017. – № 70. – С. 100–105.

Кольдибекова, Ю.В. Оценка риска нарушений состояния здоровья у детей, проживающих в зоне влияния производства металлургического глинозема / Ю.В. Кольдибекова, М.А. Землянова. А.М. Игнатова, И.В. Тихонова, Н.И. Маркович, К.В. Четверкина, В.М. Ухабов // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 2. – С. 135–141.

Кольдибекова, Ю.В., Землянова М.А., Цинкер М.Ю. Оценка вероятности развития коморбидности заболеваний нервной системы и органов пищеварения у детей при сочетанном воздействии химических факторов и факторов образовательного процесса // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 3. – С. 100–107.

Конституция Российской Федерации: Статья 41. [Электронный ресурс]. – URL: https://base.garant.ru/10103000/6f6a564ac5dc1fa713a326239c5c2f5d/ (дата обращения: 23.01.2023).

Кострова, Ю.С. Оценка риска здоровью населения Рязанской области, связанная с загрязнением питьевой воды / Ю.С. Кострова, Н.В. Ефремов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 12. – С. 1–8.

Крига, А.С. О ходе реализации федерального проекта «Чистый воздух» на территории города Омска / А.С. Крига, С.В. Никитин, Е.Л. Овчинникова, О.В. Плотникова, А.С. Колчин, М.Н. Черкашина, И.Г. Винокурова, М.А. Дунаева // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 4. – С. 31–45.

Круглые столы Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации. О проблемах загрязнения атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах Российской Федерации, 30 ноября 2018 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://council.gov.ru/activity/activities/roundtables/100071/ (дата обращения: 12.03.2023).

Кузьмин, С.В. 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, Б.И. Никонов, О.Л. Малых, С.В. Ярушин, Е.А. Кузьмина, Н.И. Кочнева, А.С. Корнилков // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 12. – С. 1130–1135.

Куценко, С.А. Основы токсикологии / С.А. Куценко. – СПб.: Изд-во Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, 2002. – 395 с.

Ларионов, Т.К., Содержание химических элементов в волосах детского населения мегаполиса как критерий загрязнения среды обитания / Т.К. Ларионова, И.В. Голубцова, Р.А. Даукаев, В.Л. Печерская, Г.Р. Аллаярова, М.В. Курилов // Гигиена, профпатология и риски здоровью населения: сб. тр. Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. уч-ем. – Уфа, 2016. – С. 219–225.

Ларионова, Н.А. Воздействие предприятий алюминиевой промышленности на загрязнение окружающей среды / Н.А. Ларионова // Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы: материалы V Международной научно-практической конференции. – Воронеж – Севастополь: Научная книга, 2017. – С. 78–80.

Ларионова, *Т.К.* Использование биологического мониторинга для оценки вреда здоровью в условиях загрязнения окружающей среды металлами / Т.К. Ларионова, Р.А. Даукаев, М.А. Землянова, Н.В. Зайцева, Г.Р. Аллаярова, Е.Е. Зеленковская, А.С. Фазлыева, А.Н. Ларионова, И.В. Тихонова // Здоровье населения и среда обитания. – 2023. – № 31 (6). – С. 44–53.

Лебедева-Несевря, Н.А., Оценка удовлетворённости населения качеством атмосферного воздуха города – участника федерального проекта «Чистый воздух» / Н.А. Лебедева-Несевря, А.О. Барг, М.Д. Корнилицына // Гигиена и санитария. – 2023. – Т. 102, № 5. – С. 426–432.

Лисецкая, Л.Г. Региональные показатели содержания микроэлементов в волосах детского населения Иркутской области / Л.Г. Лисецкая, Н.В. Ефимова // Гигиена и санитария. – 2016. – № 3. – С. 266–269.

Луговая, Е.А., Региональные показатели содержания макро- и микроэлементов в организме жителей г. Магадана / Е.А. Луговая, Е.М. Степанова. – Магадан: Типография «Экспресс-полиграфия», 2019. – 27 с.

Лужецкий, К.П. Анализ эффективности технологий коррекции нарушений физического развития у детей, проживающих в условиях низкоуровнего загрязнения атмосферного воздуха и питьевой воды металлами (свинец, марганец, никель, хром, кадмий) / К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, О.И Голева, И.Е. Штина // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 1. – С. 75–81.

Лужецкий, К.П. Методические подходы к управлению риском развития у детей эндокринных заболеваний, ассоциированных с воздействием внешнесредовых факторов селитебных территорий / К.П. Лужецкий // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 47–55.

Лужецкий, К.П. Оценка эффективности программ коррекции нарушений жирового обмена у детей, потребляющих питьевую воду с ненормативным уровнем хлорорганических соединений (хлороформ) / К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, А.Ю. Вандышева // Гигиена и санитария. – 2019. – № 2 (98). – С. 171–177.

Лужецкий, К.П. Технология индикаторной оценки риска формирования нарушений жирового и углеводного обмена у детей, потребляющих питьевую воду с повышенным содержанием хлорорганических соединений / К.П. Лужецкий, В.М. Чигвинцев, С.А. Вековшинина, А.Ю. Вандышева, О.Ю. Устинова, Д.А. Эйсфельд // Анализ риска здоровью – 2020 совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью Rise-2020 и круглым столом по безопасности питания: материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 т. / под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2020. – Т. 1. – С. 603–610.

Мажаева, Т.В. Молекулярно-генетические аспекты риска здоровью во взаимосвязи с неблагоприятными условиями окружающей среды и питанием (систематический обзор) / Т.В. Мажаева, С.Э. Дубенко, Ю.С. Чернова, И.А. Носова // Анализ риска здоровью. – 2022. – № 4. – С. 186–197.

Май, И.В. Гигиеническая оценка канцерогенного риска и онкологической заболеваемости населения, проживающего в зоне влияния мест складирования отходов горнорудного комбината / И.В. Май, С.В. Клейн, С.А. Вековшинина, С.С. Ханхареев, Е.В. Мадеева, М.А. Землянова, О.В. Долгих // Здоровье населения и среда обитания. – 2018. – № 5. – С. 40–47.

Май, И.В. К вопросу оптимизации мониторинга качества атмосферного воздуха для реализации федерального проекта «Чистый воздух» / И.В. Май, А.А. Кокоулина, С.Ю. Балашов // Медицина труда и промышленная. – 2019. – Т. 59, № 11. – С. 931–936.

Май, И.В. Опыт доказательства вреда здоровью населения при воздействии факторов среды обитания / И.В. Май, С.В. Клейн, Э.В. Седусова // Здоровье и окружающая среда. – 2015. – Т. 1, № 25. – С. 59–63.

Маклакова, О.А. Особенности формирования сочетанной патологии у детей в условиях аэрогенного воздействия техногенных химических факторов / О.А. Маклакова, Н.В. Зайцева, О.Ю. Устинова // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 4. – С. 54–61.

Малая медицинская энциклопедия / под ред. В.И. Покровского. – М.: Советская энциклопедия, 1991. – Т. 1. – С. 358–359.

Мамырбаев, А.А. Оценка риска неканцерогенных эффектов загрязнения атмосферного воздуха на селитебных территориях города Уральска / А.А. Мамырбаев, Л.Д. Сакебаева, В.М. Сабырахметова, Г.И. Карашова, К.Н. Шаяхметова, Г.А. Умарова // Медицинский журнал Западного Казахстана. – 2016. – № 1 (49). – С. 82–88.

Мареев, И.А. Качество питьевой воды как глобальная экологическая проблема / И.А. Мареев // Молодой ученый. – 2020. – № 50 (340). – С. 402–403.

Медведев, Д.А. Россия-24: Стратегия социально-экономического развития / Д.А. Медведев // Вопросы экономики. – 2018. – № 1. – С. 5–28.

Методические рекомендации. Расчет показателей, характеризующих численность населения под воздействием факторов потенциального риска причинения вреда здоровью человека объектами санитарно-эпидемиологического надзора: методические рекомендации. – М: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2016. – 30 с.

Мешков, Н.А. Особенности эколого-гигиенической ситуации и состояния здоровья населения в крупных промышленных городах / Н.А. Мешков, Е.А. Вальцева, С.М. Юдин // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2018. – № 9. – С. 50–57.

Мирзакаримова, М.А. Сравнительная гигиеническая оценка комбинированного действия сложных смесей химических загрязнений атмосферного воздуха / М.А. Мирзакаримова // Гигиена и санитария. – 2017. – № 6. – С. 528–531.

Мироненко, О.В. Прогнозирование заболеваемости и оценка риска здоровью при выполнении гигиенических исследований, связанных с химическими факторами воздействия / О.В. Мироненко, А.В. Киселёв, С.Н. Носков, А.В. Панькин, Х.К. Магомедов, З.Н. Шенгелия, С.Н. Мякишева // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 11. Медицина. – 2017. – Т. 12, № 4. – С. 419–428.

МР 1025-15. Расчет показателей, характеризующих численность населения под воздействием факторов потенциального риска причинения вреда здоровью человека объектами санитарно-эпидемиологического надзора: методические рекомендации. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2015. – 32 с.

МР 2.1.10.0082-13. Методы оценки медико-демографической ситуации на популяционном уровне: методические рекомендации. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2014. – 31 с.

МР 2.1.6.0157-19. Формирование программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха и количественная оценка экспозиции населения для задач социально-гигиенического мониторинга: методические рекомендации [Электронный ресурс]. – URL: https://sudact.ru/law/mr-2160157-19-216-atmosfernyi-vozdukh-i-vozdukh/ (дата обращения: 25.09.2023).

МР 5.1.0095-14. Расчет фактических и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания: методические рекомендации // Бюллетень нормативных и методических документов госсанэпиднадзора. – 2015. – Вып. 2 (60). – С. 93–144.

МР 5.1.0116-17. Риск-ориентированная модель контрольно-надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия. Классификация хозяйствующих субъектов, видов деятельности и объектов надзора по потенциальному риску причинения вреда здоровью человека для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий: методические рекомендации [Электронный ресурс]. – URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71681784/ (дата обращения: 14.08.2023).

МУ 2.1.0.3675-20. Оценка достаточности и эффективности планируемых мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух для митигации рисков и вреда здоровью населения: методические указания [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/law/hotdocs/68710.html (дата обращения: 26.10.2023).

МУ 2.1.10.3165-14. Порядок применения результатов медико-биологических исследований для доказательства причинения вреда здоровью населения негативным воздействием химических факторов среды обитания: методические указания [Электронный ресурс]. – URL: ttps: // docs.cntd.ru/document/1200121662 (дата обращения: 23.09.2023).

Национальное руководство. Пульмонология. Краткое издание / под ред. А.Г. Чучалина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 800 с.

Новиков, С.М. Актуальные вопросы методологии и развития доказательной оценки риска здоровью населения при воздействии химических веществ / С.М. Новиков, М.В. Фокин, Т.Н. Унгуряну // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 8. – С. 711–716.

Новикова, С.А. Загрязнение атмосферного воздуха крупных городов Красноярского края / С.А. Новикова // Национальные приоритеты России. – 2019. – № 2 (33). – С. 80–89.

Носов, А.Е. Аэрополлютанты как факторы риска развития кардиометаболической патологии: аналитический обзор / А.Е. Носов, А.С. Байдина, О.Ю. Устинова // Анализ риска здоровью. – 2021. – № 4. – С. 181–194.

Носов, А.Е. Структурно-функциональные особенности миокарда у жителей промышленного региона Крайнего Севера в условиях воздействия соединений никеля и мышьяка / А.Е. Носов, О.Ю. Устинова // Здравоохранение Российской Федерации. – 2022. – Т. 66, № 6. – С. 513–520.

Нурисламова, Т.В. Совершенствование методического обеспечения по снижению пределов детектирования концентраций ароматических углеводородов в крови на основе использования современного аналитического оборудования / Т.В. Нурисламова, Н.А. Попова, О.А. Мальцева // Анализ риска здоровью – 2021. Внешнесредовые, социальные, медицинские и поведенческие аспекты. Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2021: материалы XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 т. / под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2021. – Т. 1. – С. 358–363.

О проблемах загрязнения атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах Российской Федерации: «круглые столы» Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации. 30 ноября 2018 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://council.gov.ru/activity/activities/roundtables/100071/ (дата обращения: 12.04.2023).

ОК 029-2001 (КДЕС ред. 1). Общероссийский классификатор видов экономической деятельности (ОКВЭД) (с изменениями № 2/2011, 3/2011, 4/2014). ОКВЭД-2 (версия ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2)) / утв. новым приказом Росстандарта от 31.01.2014 № 14-ст, вступил в силу с 11.07.2016. – М., 2016.

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

Онищенко, Г.Г. Гигиеническая индикация негативных последствий для здоровья при внешнесредовой экспозиции химических факторов / Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцева, М.А. Землянова; под ред. Г.Г Онищенко. – Пермь, 2011. – 532 с.

Онищенко, Г.Г. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков; под ред. Ю.А. Рахманина. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.

Онищенко, Г.Г. Роль государственной санитарно-эпидемиологической службы России в защите здоровья населения / Г.Г. Онищенко // Здравоохранение Российской Федерации. – 2013. – № 2. – С. 3–10.

Онищенко, Г.Г. Химическая безопасность – важнейшая составляющая санитарно-эпиедмиологического благополучия / Г.Г. Онищенко // Токсикологический вестник. – 2014. – № 1 (124). – С. 1–5

Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс] / утв. Президентом РФ от 30.04.2012. – URL: https://docs.cntd.ru/document/902369004 (дата обращения: 04.12.2023).

Паспорт федерального проекта «Чистая вода» (приложение к протоколу заседания проектного комитета по национальному проекту «Экология» от 21.12.2018 № 3) [Электронный ресурс]. – URL: https://sudact.ru/law/pasport-federalnogo-proekta-chistaia-voda-prilozhenie-k/pasport/ (дата обращения: 05.10.2023).

Паспорт федерального проекта «Чистый воздух» национального проекта «Экология» [Электронный ресурс] / утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 № 16. – URL: https://projects.sakha.gov.ru/uploads/ckfinder/userfiles/files/FP_CHistyj_vozdux.pdf (дата обращения: 28.06.2023).

Патент № 119069. Схема внедрения результатов биомониторинга в практику: Патент РФ на промышленный образец / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, Ю.В. Кольдибекова, И.Г. Жданова-Заплесвичко, И.В. Тихонова, А.Н. Пережогин. – № 2019504681; заявл. 22.10.2019; опубл. 18.03.2020.

Патент № 120039. Концептуальная схема гигиенического анализа условий причинения вреда здоровью человека при нарушении законодательства в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в результате хозяйственной деятельности субъектов с различными профилями внешнесредового риска: Патент РФ на промышленный образец / Н.В. Зайцева, С.В. Клейн, И.В. Май, Д.А. Кирьянов, С.А. Вековшинина, М.В. Глухих, А.М. Андришунас. – № 2019505235; заявл. 21.11.2019; опубл. 05.06.2020.

Патент № 127378. Схема алгоритма действий по установлению и доказательству связи выявленных и риск-реализованных нарушений здоровья и аэротехногенным воздействием химических факторов: Патент РФ на промышленный образец / М.А. Землянова, Н.В. Зайцева, А.Н. Пережогин, И.Г. Жданова-Заплесвичко, Ю.В. Кольдибекова. – № 2021501625; заявл. 29.03.2021; опубл. 10.09.2021.

Патент № 2654774. Способ диагностики у детей анемического синдрома, ассоциированного с пероральным воздействием марганца и хлороформа из питьевой воды: Патент РФ на изобретение / О.Ю. Устинова, О.А. Маклакова, К.П. Лужецкий, М.А. Землянова. – № 2017125435; заявл. 14.07.2017. опубл., 22.05.2018.

Патент № 2666924. Способ обоснования возникновения у детей негативного эффекта в виде заболевания, связанного с центральной или вегетативной нервной системой, ассоциированного с аэрогенной экспозицией алюминия: Патент РФ на изобретение / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, Ю.В. Кольдибекова, В.М. Чигвинцев, Пустовалова О.В. – № 2017132803; заявл. 19.09.2017; опубл. 13.09.2018.

Патент № 2670769. Способ обоснования возникновения у детей негативного эффекта в виде заболевания костной системы, ассоциированного с аэрогенным воздействием соединений фтора: Патент РФ на изобретение / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, Ю.В. Кольдибекова, И.Г. Жданова-Заплесвичко, О.В. Пустовалова. – № 2017140929; заявл. 23.11.2017; опубл. 25.10.2018.

Патент № 2674234. Способ диагностики у детей рецидивирующего бронхита, ассоциированного с воздействием мелкодисперсной пыли: Патент РФ на изобретение / Н.В. Зайцева, О.А. Маклакова, О.Ю. Устинова, К.П. Лужецкий, С.Л. Валина, Я.В. Селиванова. – № 2018108726; заявл. 12.03.2018; опубл. 05.12.2018.

Патент № 2687731. Способ диагностики у детей астеновегетативного синдрома в условиях экспозиции алюминием: патент на изобретение / О.В. Долгих, Н.В. Зайцева, А.В. Кривцов, Д.Г. Дианова, М.А. Гусельников, И.В. Перминова, А.А. Мазунина, Н.А. Никоношина, Т.А. Легостаева, И.Н., Аликина Д.В. Ланин. – № 2018124532; заявл. 04.07.2018; опубл. 17.05.2019.

Пережогин, А.Н. Гигиенические проблемы и профилактика риска развития заболеваний населения городов в условиях особо высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха (на примере города Братска): автореф. дис. … канд. мед. наук: 3.2.1. Гигиена / Пережогин Алексей Николаевич. – Пермь, 2022b. – 27 с.

Пережогин, А.Н. Оценка нарушений здоровья со стороны критических органов и систем у детей с повышенным содержанием хрома в крови / А.Н. Пережогин, М.А. Землянова, Ю.В. Кольдибекова, О.В. Пустовалова // Гигиена и санитария. – 2021d. – Т. 100, № 10. – С. 1128–1132.

Пережогин, А.Н. Оценка эффективности санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на обеспечение качества атмосферного воздуха и профилактику риска здоровью населения в городах с особо высоким уровнем загрязнения (на при-

мере г. Братска) / А.Н. Пережогин // Анализ риска здоровью – 2022. Фундаментальные и прикладные аспекты обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2022: материалы XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 т. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2022c. – Т. 1. – С. 393–397.

Пережогин, А.Н. Связь заболеваний у детей с воздействием компонентов выбросов целлюлозно-бумажных предприятий / А.Н. Пережогин, М.А Землянова, Ю.В. Кольдибекова // Здоровье населения и среда обитания. – 2021. – № 3. – С. 33–40.е

Першина, Н.А. Ежегодные данные по химическому составу и кислотности атмосферных осадков за 2016–2020 годы (обзор данных) / Н.А. Першина, М.Т. Павлова, А.И. Полищук, Е.С. Семенец // ФГБУ «ГГО» Росгидромета. – СПб. – Саратов: Амирит, 2021. – 114 с.

Петров, А.С. Исследование влияния объектов теплоэнергетики на окружающую среду / А.С. Петров, А.Н. Самаркина // Новая наука: Теоретический и практический взгляд. – 2016. – № 6–2 (87). – С. 152–154.

Петухов, А.С. Аккумуляция и миграция тяжелых металлов в почвах и растенях в условиях антропогенного загряззенния городской среды / А.С. Петухов, Г.А. Кремлева, Г.А. Петухова, Н.А. Хритохин // Труды Карельского научного центра РАН. – 2022. – № 3. – С. 53–66.

Попова, А.Ю. Здоровье населения как целевая функция и критерий эффективности мероприятий федерального проекта «Чистый воздух» / А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 4–13.

Попова, А.Ю. О научно-методическом обеспечении оценки результативности и эффективности контрольно-надзорной деятельности Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека / А.Ю. Попова, И.В. Брагина, Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур, О.В. Митрохин, Д.В. Горяев // Гигиена и санитария. – 2017a. – № 1. – С. 5–9.

Попова, А.Ю. Современные вопросы оценки и управления риском для здоровья / А.Ю. Попова, В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин, А.Л. Мишина, С.В. Ярушин // Гигиена и санитария. – 2017b. – Т. 96, № 12. – С. 1125–1129.

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

Постановление Правительства РФ от 19.12.2007 № 896 «Об утверждении Правил формирования и ведения реестра хозяйствующих субъектов, имеющих долю на рынке определенного товара в размере более чем 35 процентов». – М., 2007.

Постановление Правительства РФ от 28.09.2015 № 1029 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий». – М., 2015.

Приказ Минприроды России от 06.06.2017 № 273 «Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе». – М., 2017.

Приказ Роспотребнадзора от 14.07.2011 № 665 (в ред. 17.02.2021) «Об утверждении Кодекса этики и служебного поведения федеральных государственных гражданских служащих Роспотребнадзора». – М., 2021.

Ракитский, В.Н. Анализ риска здоровью при воздействии атмосферных загрязнений как составная часть стратегии уменьшения глобальной эпидемии неинфекционных заболеваний / В.Н. Ракитский, С.Л. Авалиани, С.М. Новиков, Т.А. Шашина, Н.С. Додина, В.А. Кислицин // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 30–36.

Ракитский, В.Н. Современные вызовы и пути совершенствования оценки и управления рисками здоровью населения / В.Н. Ракитский, С.В. Кузьмин, С.Л. Авалиани, Т.А. Шашина, Н.С. Додина, В.А. Кислицин // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 3. – С. 23–29.

Распоряжение Правительства РФ от 07.07.2022 г. № 1852-р «Об утверждении перечня городских поселений и городских округов с высоким и очень высоким загрязнением атмосферного воздуха, дополнительно относящихся к территориям эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ (за исключением радиоактивных веществ) в атмосферный воздух на основе сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха». – М., 2022.

Рахманин, Ю.А. Руководство по комплексной профилактике экологически обусловленных заболеваний на основе оценки риска / Ю.А. Рахманин, О.О. Синицына, С.М. Новиков [и др.]. – М., 2017. – 68 с.

Рахманин, Ю.А. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования / Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, С.Л. Авалиани, О.О. Синицына, Т.А. Шашина // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 2. – С. 4–14.

Ревич, Б.А. Климатические изменения как новый фактор риска для здоровья населения российского Севера / Б.А. Ревич // Экология человека. − 2009. − № 6. − С. 11–16.

Ревич, Б.А. Некоторые показатели здоровья жителей городов Федерального проекта «Чистый воздух» / Б.А. Ревич, Т.Л. Харькова, Е.А. Кваша // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 2. – С. 16–27.

Ревич, Б.А. Продолжительность жизни и смертность в мегаполисах / Б.А. Ревич, Т.Л. Харькова, Е.А. Кваша // Человек в мегаполисе: опыт междисциплинарного исследования; под ред. Б.А. Ревича. О.В. Кузнецовой. – М.: ЛЕНАНД, 2018. – С. 377–433.

Росгидромет. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2019 год. – М.: Росгидромет, 2020. – 246 с.

Р 2.1.10.3968-23. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания: руководство. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2023. – 221 с.

Савельев, С.И. Развитие социально-гигиенического мониторинга на региональном уровне / С.И. Савельев, Г.М. Трухина, В.А. Бондарев, Н.В. Нахичеванская // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 11. – С. 1033–1037.

Сазонова, О.В. Анализ риска здоровью населения, обусловленного загрязнением питьевой воды (опыт Самарской области) / О.В. Сазонова, А.К. Сергеев, Л.В. Чупахина, Т.К. Рязанова, Т.В. Судакова // Риск здоровью населения. – 2021. – № 2. – С. 41–51.

Сетко, А.Г. Риск развития неканцерогенных эффектов у детей промышленного города при многосредовой контаминации химическими загрязнителями / А.Г. Сетко, Ж.К. Мрясова, Е.А. Терехова, А.В. Тюрин // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99, № 3. – С. 242–245.

Скальный, А.В. Эколого-физиологическая оценка элементного статуса взрослого населения Республики Башкортостан / А.В. Скальный, Е.С. Березкина, В.А. Демидов, А.Р. Грабеклис, М.Г. Скальная // Гигиена и санитария. – 2016. – № 6. – С. 533–538.

Степанова, Л.П. Оценка состояния природной среды для выявления зон экологического неблагополучия / Л.П. Степанова, А.И. Мышкин, Е.А. Коренькова // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2011. – № 1. – С. 42–48.

Тафеева, Е.А. Содержание тяжелых металлов и нефтепродуктов в почве на территории нефтедобывающих районов республики Татарстан / Е.А. Тафеева, А.В. Иванов, А.А. Титова, И.В. Петров // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 10. – С. 939–941.

Тихонова, И.В. Актуализация системы социально-гигиенического мониторинга на основе анализа рисков здоровью (муниципальный уровень) / И.В. Тихонова, М.А. Землянова // Анализ риска здоровью. – 2019с. – № 4. – С. 60–68.

Тихонова, И.В. Гигиеническая оценка аэрогенного воздействия взвешенных веществ на заболеваемость детей болезнями органов дыхания в зоне влияния источников выбросов металлургического производства / И.В. Тихонова, М.А. Землянова, Ю.В. Кольдибекова, Е.В. Пескова, А.М. Игнатова // Анализ риска здоровью. – 2020a. – № 3. – С. 61–69.

Тихонова, И.В. Гигиеническая оценка воздействия химических компонентов производства глинозема на органы дыхания у детей для совершенствования системы социально-гигиенического мониторинга: автореф. дис. … канд. мед. наук: 14.02.01 – гигиена / И.В. Тихонова. – Пермь, 2020b. – 27 с.

Тиц, Н.У. Клиническое руководство по лабораторным тестам / под ред. В.В. Меньшикова. – М.: Издательство «ЮНИМЕД-пресс», 2003. – 960 с.

Толмачева, О.Г. Особенности формирования билиарных дисфункций у детей, потребляющих питьевую воду с повышенным содержанием нитратов / О.Г. Толмачева, О.Ю. Устинова, О.А. Маклакова, Ю.А. Ивашова, А.Ю. Вандышева // Пермский медицинский журнал. – 2020. – Т. 36, № 5. – С. 65–70.

Тургунов, А.А. Загрязнение атмосферного воздуха промышленными предприятиями и его снижение / А.А. Тургунов, О.Б. Тургунова, З.Т. Карабаева // Science and Education. – 2021. – № 11. – С. 414–419.

Указ Президента РФ от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». – М., 2018.

Указ Президента РФ от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». – М., 2020.

Уланова, Т.С. Методические особенности определения химических соединений и элементов в биологических средах / Т.С. Уланова, Т.В. Нурисламова, Т.Д. Карнажицкая // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 1. – С. 116–122.

Уланова, Т.С. Методические и практические аспекты определения общей ртути в образцах цельной крови, мочи и волос методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой / Т.С. Уланова, Е.С. Стенно, Г.А. Вейхман // Анализ риска. – 2018. – № 2. – С. 120–128.

Уланова, Т.С. Риски повышения заболеваемости детей Западного Урала, обусловленные воздействием формальдегида / Т.С. Уланова, К.П. Лужецкий, Т.Д. Карнажицкая // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2022. – № 1. – С. 54–57.

Устинова, О.Ю. Особенности заболеваемости детей, проживающих в зоне влияния предприятий по производству глинозема / О.Ю. Устинова, С.Л. Валина. О.А. Кобякова, В.Г. Макарова // Здоровье населения и среда обитания – 2019. – № 1 (310). – С. 18–23.

Устинова, О.Ю. Санитарно-гигиеническая характеристика риска и клиническая оценка причиненного вреда здоровью населения геохимической провинции при длительном поступлении мышьяка с питьевой водой / О.Ю. Устинова, П.З. Шур, А.Е. Носов // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 148–157.

Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ (ред. от 28.12.2022) «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 11.01.2023). Статья 18. Право на охрану здоровья. – М., 2022.

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

Четвёркина, К.В. Гигиеническая оценка динамики экспозиции хлороформа в Пермском крае и её воздействие на формирование у детей заболеваемости по классу болезней крови, кроветворной системы и отдельных нарушений, вовлекающих иммунный механизм / К.В. Четвёркина, С.В. Клейн, В.М. Чигвинцев // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 1. – С. 16–20.

Шилов, В.В. Биомониторинг воздействия вредных химических веществ на основе современных биомаркеров (обзор литературы) / В.В. Шилов, О.Л. Маркова, А.В. Кузнецов // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 6. – С. 545–596.

Штина, И.Е. Заболеваемость обучающихся средних общеобразовательных школ по результатам углубленных медицинских осмотров / И.Е. Штина, Л.В. Ошева, С.Л. Валина, О.Ю. Устинова, О.В. Ермакова // Здоровье населения и среда обитания. – 2023. – № 31 (7). – С. 26–34.

Шур, П.З. Методические подходы к применению вариаций генов как показателей чувствительности при оценке риска здоровью / П.З. Шур, Д.М. Шляпников, В.Г. Костарев, Д.А. Кирьянов, О.В. Долгих, К.П. Лужецкий // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 4. – С. 369–374.

Шур, П.З. Совершенствование количественных критериев оценки неканцерогенного риска для здоровья при хроническом ингаляционном поступлении химического вещества / П.З Шур, Н.В. Зайцева, А.А. Хасанова, К.В. Четверкина, В.Г. Костарев // Гигиена и санитария. – 2022. – Т. 101, № 11. – С. 1412–1418.

Abellan, A. Prenatal exposure to phenols and lung function, wheeze, and asthma in school-age children from 8 European birth cohorts / A. Abellan, R. Mensink-Bout, L. Chatzi [et al.] // Eur. Respir. J. – 2019. – Vol. 54, suppl. 63. – P. OA4969.

Academy of Medical Sciences. Identifying the environmental causes of disease: how should we decide what to believe and when to take action?: An Academy of Medical Sciences working group report chaired by Sir Michael Rutter CBE FRS FBA FMedSci. – UK, London: Academy of Medical Sciences, 2007. – 144 p.

Alwadi, D. Environmental phenol and paraben exposure risks and their potential influence on the gene expression involved in the prognosis of prostate cancer / D. Alwadi, Q. Felty, D. Roy, C. Yoo, A. Deoraj // Int. J. Mol. Sci. – 2022. – Vol. 23, № 7. – P. 3679.

Amato, G.D. Climate change and air pollution: effects on respiratory allergy // G.D. Amato, R. Pawankar, C. Vitale, L. Maurizia // Allergy Asthma Immunol Res. – 2016. – № 8. – P. 391–395.

Arbuckle, T.E. Cohort profile: the maternal-infant research on environmental chemicals research platform / T.E. Arbuckle, W.D. Fraser, M. Fisher [et al.] // Paediatr. Perinat. Epidemiol. – 2013. – Vol. 27, № 4. – P. 415–425.

Beelen, R. Effects of long-term exposure to air pollution on natural-cause mortality: an analysis of 22 European cohorts within the multicentre ESCAPE project / R. Beelen, O. Raaschou-Nielsen, M. Stafoggia [et al.] // Lancet. – 2014. – Vol. 1, № 383 (9919). – P. 785–795.

Bukowska, B. Benzo[a]pyrene-Environmental Occurrence, Human Exposure, and Mechanisms of Toxicity / B. Bukowska, K. Mokra, J. Michałowicz // Int J. Mol. Sci. – 2022. – Vol. 23, № 11. – P. 6348.

Centers for Disease Control and Prevention. National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals: National Biomonitoring Program [Электронный ресурс] / Centers for Disease Control and Prevention, 2019. – URL: https://www.cdc.gov/exposurereport/ (дата обращения: 12.07.2023).

Chemical mixtures in source water and drinking-water [Электронный ресурс]. – Geneva: World Health Organization; 2017. – 81 p. – URL: https://www.who.int/publications/i/item/9789241512374 (дата обращения: 15.04.2023).

Cong, L. Ambient Particulate Air Pollution and Daily Mortality in 652 Cities / L. Cong, Ch. Renjie, S. Francesco [et al.] // N. Engl. J. Med. – 2019. – Vol. 381. – P. 705–715.

Considerations for assessing the risks of combined exposure to multiple chemicals: Series on testing and assessment № 296 / OECD. Environment, Health and Safety, Division, Environment Directorate. – Paris, 2018. – 118 p.

De Roos, A.J. Review of Epidemiological Studies of Drinking-Water Turbidity in Relation to Acute Gastrointestinal Illness / A.J. De Roos, P.L. Gurian, L.F. Robinson, A. Rai, I. Zakeri, M.C. Kondo // Environmental Health Perspectives. – 2017. – № 125 (8). – P. 086003.

Gauderman, W.J. Association of improved air quality with lung development in children / W.J. Gauderman, R. Urman, Ed. Avol, K. Berhane, R. McConnell, E. Rappaport,

R. Chang, F. Lurmann, F. Gilliland // N. Engl. J. Med. – 2015. – Vol. 5, № 72 (10). – P. 905–913.

Genchi, G. Nickel: human health and environmental toxicology / G. Genchi, A. Carocci, G. Lauria, M.S. Sinicropi, A. Catalano // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2020. – Vol. 17, № 3. – P. 679.

Global Health Observatory (GHO) data [Электронный ресурс]. – URL: https://www.who.int/gho/phe/outdoor_air_pollution/burden/en/ (дата обращения: 12.07.2023).

Godleski, J. Relative Toxicity of Air Pollution Mixtures / J. Godleski, P. Koutrakis. – Boston, 2015. – 23 p.

Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum. – Geneva: World Health Organization, 2017. – 564 c. [Электронный ресурс]. – URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.Gov /28759192/ (дата обращения: 12.07.2023).

Hamanaka, R.B. Particulate Matter Air Pollution: Effects on the Cardiovascular System [Электронный ресурс] / R.B. Hamanaka, G.M. Mutlu // Front. Endocrinol. – 2018. – URL: shttps://www.frontiersin.org/article/10.3389/fendo. 2018.00680 (дата обращения: 25.04.2023).

Iyare, P.U. The effects of manganese exposure from drinking water on school-age children: A systematic review / P.U. Iyare // NeuroToxicology. – 2019. – № 73. – P. 1–7.

Kim, H.-B. Long-Term Exposure to Air Pollutants and Cancer Mortality: A Meta-Analysis of Cohort Studies / H.-B. Kim, J.-Y. Shim, B. Park, Y.-J. Lee // International journal of environmental research and public health. – 2018. – Vol. 15, № 11. – P. 2608.

Kim, J. Antioxidant-rich diet, GSTP1 rs1871042 polymorphism, and gastric cancer risk in a hospital-based case-control study / J.Kim, H.Kim, J.Lee, I.J. Choi, Y.-I.Kim, J. Kim // Front. Oncol. – 2021. – Vol. 10. – P. 596355.

Kohno, R. Benzo (a) pyrene induces NLRP1 expression and promotes prolonged inflammasome signaling / R. Kohno, Y. Nagata, T. Ishihara, C. Amma, Y. Inomata, T. Seto, R. Suzuki // Front Immunol. – 2023. – Vol. 14. – P. 1154857.

Kujlu, R. Multi-route human health risk assessment from trihalomethanes in drinking and non-drinking water in Abadan, Iran / R. Kujlu, M. Mahdavianpour, F.Ghanbari // Environmental Science and Pollution Research. – 2020. – Vol. 27. – P. 42621–42630.

Landrigan, P.J. Children's vulnerability to toxic chemicals: a challenge and opportunity to strengthen health and environmental policy / P.J. Landrigan, L.R. Goldman // Health affairs (Project Hope). – 2011. – Vol. 30, № 5. – P. 842–850.

Landrigan, P.J., The Lancet Commission on Pollution and Health / P.J. Landrigan, R. Fuller, N.J.R. Acosta [et al.] // Lancet. – 2018. – № 391. – P. 462–512.

Landtblom, A.M. Organic solvent exposure as a risk factor for multiple sclerosis: An updated review / A.M. Landtblom, A.Kristoffersson, I. Boström // Rev Neurol (Paris). – 2019. – Vol. 175, № 10. – P. 625–630.

Lin, X. Combined toxicity of heavy metal mixtures in liver cells / X. Lin, Y. Gu, Q. Zhou, G. Mao, B. Zou, J. Zhao // J. Appl. Toxicol. – 2016. – Vol. 36 (9). – P. 1163–1172.

Liu, G. Potential impacts of changing supply-water quality on drinking water distribution: A review / G. Liu, Y. Zhang, W.J. Knibbe, C. Feng, W. Liu, G. Medema // Water research. – 2017. – Vol. 1, № 116. – P. 135–148.

Manisalidis, I. Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review [Электронный ресурс] / I. Manisalidis, E. Stavropoulou, A. Stavropoulos, E. Bezirtzoglou // Environmental Health and Exposome. – 2020. – UL: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2020.00014 (дата обращения: 12.02.2023).

Meek, M.E. Risk assessment of combined exposure to multiple chemicals: A WHO/IPCS framework / M.E. Meek, A.R. Boobis, K.M. Crofton, G. Heinemeyer, M.V. Raaij, C. Vickers [Электронный ресурс] // Regulatory Toxicology and Pharmacolog. – 2011. – URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21466831/ (дата обращения: 05.12.2023).

Miri, M. Mortality and morbidity due to exposure to ambient particulate matter / M. Miri, A. Alahabadi, M.H. Ehrampush, A. Rad, M.H. Lotfi, M.H. Sheikhha, M.J.Z. Sakhvidi // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2018. – № 165. – P. 307–313.

Mocanu, C.S., Aluminium binding to modified amyloid-β peptides: implications for Alzheimer's disease // C.S. Mocanu, M. Jureschi, G. Drochioiu // Molecules. – 2020. – Vol. 25 (19). – P. 4536.

Morgenstern, H. Ecologic studies in epidemiology: concepts, principles, and methods / H. Morgenstern / Annual Review of Public Health. – 1995. – Vol. 16. – P. 61–81.

Nasir, A. Nutrigenomics: Epigenetics and cancer prevention: A comprehensive review / A. Nasir, M.M. Hassan Bullo, Z. Ahmed, A.Imtiaz, E. Yaqoob, M. Jadoon, H. Ahmed, A.Afreen, S.Yaqoob // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. – 2020. – Vol. 60, № 8. – P. 1375–1387.

Prüss-Ustün, A. Diseases due to unhealthy environmental: as updated estimate of the global burden of diseases attributable to environmental determinants of health / A. Prüss-Ustün, J. Wolf, C. Corvalán, T. Neville, R. Bos, M. Neira // Journal of Public Health. – 2017. – Vol. 39, № 3. – P. 464–475.

Riedel, F. Immunological mechanisms of metal allergies and the nickel-specific TCR-pMHC interface / F. Riedel, M. Aparicio-Soto, C. Curato, H.-J. Thierse, K. Siewert, A. Luch // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2021. – Vol. 18, № 20. – P. 10867.

Samet, J.M. The IARC Monographs: Updated Procedures for Modern and Transparent Evidence Synthesis in Cancer Hazard Identification // J.M. Samet, W.A. Chiu, V. Cogliano [et al.] // J. Natl. Cancer Inst. – 2020. – Vol. 112, № 1. – P. 30–37.

Skupnevskiy, S.V. The effect of aluminum and its compounds on the functions of human organs and tissues (review article) / S.V. Skupnevskiy, D.V. Ivanov // Journal of New Medical Technologies, e-edition. – 2023. – № 1. – С. 1–15.

State of Global Air/2018: A special report on global exposure to air pollution and its disease burden [Электронный ресурс]. – Boston, MA: Health Effects Institute, 2018. – 22 p. – URL: https://www.stateofglobalair.org/sites/default/files/soga-2018-report.pdf (дата обращения: 12.07.2023).

Strunecka, A. Immunoexcitotoxicity as the Central Mechanism of Etiopathology and Treatment of Autism Spectrum Disorders: A Possible Role of Fluoride and Aluminum / A. Strunecka, R.L. Blaylock, J. Patocka, O. Strunecky // Surg. Neurol. Int. – 2018. – № 9. – P. 74.

Toxicity and Assessment of Chemical Mixtures [Электронный ресурс] / The Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS), the Scientific Committee on Health and Environmental Risks (SCHER), the Scientific Committee on Emerging, Newly Identified Health Risks (SCENIHR). – 2011. – URL: https://studylib.net/doc/18519811/toxicity-and-assessment-of-chemical-mixtures (дата обращения: 26.09.2023).

US EPA (United States Environmental Protection Agency), Concepts, Methods, and Data sources for Cumulative Health Risk Assessment of Multiple Chemicals, Exposures and Effects: A Resource Document [Электронный ресурс]. – 2007. – EPA/600/R-06/013F. – URL: https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=190187 (дата обращения: 10.09.2023).

Wallander, B. Investigate the Effects of Global Warming on the Solar Power Plants / B. Wallander // Environ Pollut Climate Change. – 2021. – Vol. 5, № 12. – P. 256.

WHO. Biomarkers and human biomonitoring. Children's Health and the Environment: WHO Training Package for the Health Sector [Электронный ресурс]. – World Health Organization, 2011. – URL: https://apps.who.int/iris/handle/10665/337040 (дата обращения: 24.01.2023).

WHO. Biomarkers in Risk Assessment: Validity and Validation (Environmental health criteria; 222) [Электронный ресурс] // WHO International Programme on Chemical Safety, 2001. – URL: https://inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc222.htm (дата обращения: 12.07.2023).

WHO. Children's environmental health. Training modules and instructions for health care providers [Электронный ресурс]. – Geneva: United World Health Organization, 2017. – URL: https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/settings-populations/children/capacity-building/training-modules (дата обращения: 10.03.2022).

WHO. Global air quality guidelines: particulate matter ($PM_{2.5}$ and PM_{10}), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide [Электронный ресурс]. – World Health Organization, 2021. – URL: https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228 (дата обращения: 20.03.2023).

WHO. Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks [Электронный ресурс]. – World Health Organization, 2016. – URL: https://www.who.int/publications/i/item/9789241565196 (дата обращения: 20.08.2023).

World Cancer: Report [Электронный ресурс] // IARC, 2014. – URL: https://www.iarc.fr/cards_page/world-cancer-report/ (дата обращения: 01.10.2023).

ГЛАВА 10
ПРАКТИКА ОЦЕНКИ И УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ЗДОРОВЬЮ НА БАЗЕ НОВЫХ МЕТОДОВ И ПОДХОДОВ

10.1. Опыт реализации риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения

В целом по стране на 2023 г. в реестре хозяйствующих субъектов было учтено почти 2 млн хозяйствующих субъектов, чья деятельность подлежала санитарно-эпидемиологическому контролю (надзору).

Применение методик категорирования объектов показало, что порядка 14,7 % могут быть отнесены к объектам чрезвычайно высокого риска, 15 % – к категории высокого риска; 10 % объектов характеризовались как объекты низкого риска и были выведены из-под планового контроля (табл. 10.1.1).

Региональные структуры объектов надзора по категориям риска несколько отличаются в общероссийской в силу специфики социально-экономического развития, плотности размещения в субъектах Федерации объектов промышленности, транспорта, отдыха или оздоровления населения.

К примеру, удельный вес объектов чрезвычайно высокого и высокого риска в Пермском крае на конец 2022 г. составлял 13,0 %, что несколько ниже, чем в целом по стране, однако близко к общероссийскому показателю. Более 60 % объектов внутри групп чрезвычайно высокого, высокого, значительного, среднего и умеренного риска в Пермском крае отнесены к объектам, осуществляющим производство пищевых продуктов, общественного питания и торговли пищевыми продуктами и объектам организаций социального и коммунального назначения, что соответствует российской структуре. Значительный вклад в структуру объектов значительного риска вносили объекты детских и подростковых организаций – 23,3 %, что в 1,7 раза больше российского показателя.

Четверть объектов умеренного риска – это объекты промышленных предприятий, что в 2,1 раза больше по сравнению с российским показателем.

С введением модели риск-ориентированного контроля уже к 2017 г. количество проверок в ежегодных планах плановых проверок, по сравнению с 2012 г., снизилось более чем в 2 раза (с 155 тыс. в 2012 г. до 68 тыс. в 2017 г.). Были освобождены от плановых проверок около 180 тыс. объектов надзора в связи с отнесением их к категории низкого риска.

Вместе с тем объекты чрезвычайно высокого риска остались под наиболее пристальным вниманием санитарной службы. Применение риск-ориентированной модели при контроле не более 30 % всех учитываемых объектов позволяет контролировать более 90 % совокупного риска для здоровья населения. В 2022 г. 88,9 % объектов, которые были включены в плановые проверки Роспотребнадзора, относились к объектам высокого и чрезвычайно высокого риска. По этому показателю Роспотребнадзор в 2022 г. опережал все прочие надзорные органы страны [Кучаков Р.К. и др., 2022].

Таблица 10.1.1

Структура хозяйствующих субъектов, осуществляющих разные виды деятельности на территории Российской Федерации, по категориям потенциального риска причинения здоровью населения (на 2022 г.)

Объекты, реализующие деятельность, подлежащую санитарно-эпидемиологическому контролю	Всего, тыс. ед.	ЧВР*	ВЧ	ЗР	СрР	УмР	НР
ВСЕГО	1 835,9	269,7	277,6	294,5	445,9	366,6	181,6
	объектов соответствующей категории						
		14,7	15,1	16,0	24,3	20,0	9,9
Деятельность в области здравоохранения, предоставления коммунальных, социальных и персональных услуг	618 039	8,1	32,3	15,1	20,0	16,4	8,1
Деятельность организаций по предоставлению социальных услуг (кроме детских)	2957	100,0	X	X	X	X	X
Деятельность в сфере водоснабжения и водоотведения – всего	164 285	24,4	28,3	24,2	17,2	4,9	1,0
Деятельность по сбору, накоплению, размещению отходов	16 286	3,7	7,8	24,3	31,5	25,9	6,8
Деятельность по содержанию городских и сельских поселений	6377	1,9	4,8	20,2	34,5	30,2	8,5
Деятельность по предоставлению персональных услуг, всего	85 423	0,2	1,6	9,2	28,5	39,6	20,9
Деятельность детских и подростковых организаций, всего	173 959	82,3	0,9	4,2	8,5	3,7	0,4
в том числе: деятельность дошкольных образовательных организаций	51 895	100,0	X	X	X	X	X
Деятельность организаций для детей-сирот и детей без попечения родителей, всего	2246	100,0	X	X	X	X	X
Деятельность по организации отдыха детей и их оздоровления, всего	39 009	100,0	X	X	X	X	X
Деятельность детских лагерей с круглосуточным пребыванием	2545	100,0	X	X	X	X	X
Деятельность иных детских и подростковых организаций	4608	4,2	3,2	15,1	45,7	24,7	7,1
Деятельность по производству пищевых продуктов	32 339	3,9	14,8	31,1	30,8	17,5	1,9
Деятельность объектов общественного питания, всего	141 120	16,6	7,7	18,8	34,8	19,4	2,8
из них по организации общественного питания детей	20 560	100,0	X	X	X	X	X
Деятельность по торговле пищевыми продуктами, включая напитки, и табачными изделиями, всего	295 735	5,7	7,4	16,2	31,2	28,0	11,5
Деятельность в сфере промышленности и сельского хозяйства, всего	184 881	5,2	11,9	21,7	29,8	23,2	8,2
из них с использованием ИИИ	2512	11,6	20,1	23,1	24,3	12,7	8,1
добыча нефти и природного газа	1995	12,4	31,2	28,3	16,1	11,1	0,9
добыча металлических руд	749	14,3	21,9	25,6	24,4	12,4	1,3
добыча прочих полезных ископаемых	1494	1,3	20,3	21,0	34,9	18,9	3,5
Деятельность в области связи, всего	104 267	2,1	1,1	31,6	18,2	28,2	18,9
Деятельность, связанная с эксплуатацией транспортных средств, всего	224 539	7,8	5,7	12,9	27,9	23,5	22,1

Примечание: * – здесь и далее: ЧВР – чрезвычайно высокий риск; ВР – высокий риск; ЗР – значительный риск; СрР – средний риск; УмР – умеренный риск; НР – низкий риск.

Снижение общего числа проводимых проверок и концентрация внимания на объектах наибольшего риска имело следствием некоторое изменение структуры последствий надзорных мероприятий [Май И.В. и др., 2023].

Вырос в 1,74 раза удельный вес дел о привлечении к административной ответственности, по которым судами принято решение о назначении административного наказания в отношении объектов, осуществляющих «Деятельность в области здравоохранения, предоставления коммунальных, социальных и персональных услуг», и в 1,2 раза – в отношении объектов «Деятельность детских и подростковых организаций».

В целом за период функционирования риск-ориентированной модели (до введения моратория на плановые проверки бизнеса) увеличилась «общая сумма наложенных административных штрафов» в 1,85 раза, «число вынесенных представлений об устранении причин и условий, способствовавших совершению административного правонарушения» – в 1,54 раза (в 1,42 раз – на один объект); «число исков, поданных в суд о нарушениях санитарного законодательства» – в 1,46 раз.

По сравнению с 2014 г. (когда модель риск-ориентированного надзора еще не применялась) в 2,42 раза вырос удельный вес постановлений о направлении в правоохранительные органы материалов для возбуждения уголовных дел и в 1,58 – удельный вес суммы наложенных административных штрафов в отношении объектов, осуществляющих «Деятельность по производству пищевых продуктов, общественного питания и торговли пищевыми продуктами».

В целом данные отраслевой статистики Роспотребнадзора свидетельствуют, что уровень «законопослушности» в отрасли «общественное питание» остается на более низком уровне, чем в отраслях на объектах, которые реализуют иные виды деятельности. В среднем по стране почти 2/3 хозяйствующих субъектов в сфере общественного питания имели по результатам контрольных мероприятий претензии со стороны Роспотребнадзора. По результатам плановых и внеплановых контрольно-надзорных мероприятий на объектах общественного питания (всего 5096 проверок) в 2022 г. органами санитарного надзора было зафиксировало более 33,1 тыс. нарушений обязательных требований безопасности, или более 6,5 нарушения на одну проверку.

Динамичность риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности, способность реагирования на изменение ситуации на рынке товаров и услуг, равно как и на изменение ситуации в обществе как носителе охраняемых ценностей – одно из важнейших свойств самой модели [Аналитический доклад, 2014, 2020]. Эти свойства гибкости, динамичности модели позволили обосновать изменение структуры категорий риска объектов общественного питания. Кроме вышеизложенных фактов, это было ответом и на рост инфекционной вспышечной заболеваемости пищевой этиологии на объектах общественного питания (табл. 10.1.2)

Таблица 10.1.2

Вспышечная заболеваемость пищевой этиологии в Российской Федерации (2020–2022 гг.)

Год	Предприятия пищевой промышленности		Объекты общественного питания и торговли		Пищеблоки учреждений	
	Вспышек, всего	Пострадало, чел. всего / детей	Вспышек, всего	Пострадало, чел. всего / детей	Вспышек, всего	Пострадало, чел. всего / детей
2020	1	9 / 3	13	267 / 63	40	1223 / 1026
2021	1	63 / 54	14	320 / 104	45	1503 / 1346
2022	0	0	26	592 / 161	74	2220 / 1502

В качестве унифицированного по стране показателя частоты нарушений был принят параметр, установленный Положением о санитарно-эпидемиологическом

надзоре: p = 6,88. Средневзвешенная тяжесть нарушений здоровья была принята в соответствии с этим же документом на уровне 0,0059.

В трех пилотных регионах (Республика Татарстан, Пермский край, Московская область) были собраны данные об отпуске объектами общественного питания продукции на вынос и уточнены данные о потенциальной численности обслуживаемых посетителей в стационарных залах объектов.

Полученные результаты показали, что в целом объективный и корректный учет данных об услуге «продукция общественного питания на вынос» может существенно изменить представление о численности населения под воздействием данного вида деятельности. Так, в г. Перми услугу общественного питания с доставкой осуществляют 43 % хозяйствующих субъектов, в том числе 31 объект (1,9 %) реализуют круглосуточную доставку. К примеру, «Бургер Кинг» реализует в среднем порядка 4000 доставок в месяц, или 129 600 кг продукции в год. Если принять среднюю порцию на человека порядка 450 г, ежедневно, кроме обслуживания клиентов в стационарном зале, услугой «на вынос» охватывается 789 человек. «Вкусно, и точка» реализует доставку объемом порядка 69 120 кг в год, или 2400 доставки в месяц и т.п.

Учет показателя «население под воздействием услуги на вынос» и модификация параметра времени экспозиции с учетом специфики инфекционного агента в пищевой продукции показали: уровень потенциального риска для здоровья, который формируют отдельные субъекты хозяйственной деятельности, вырос на 20–50 %. Так, показатель риска для одного из предприятий быстрого питания в г. Перми при корректном учете всех параметров деятельности вырос с $8{,}89 \cdot 10^{-5}$ (риск значительный) до $1{,}19 \cdot 10^{-4}$ (риск высокий). Аналогичные или близкие изменения были получены и по другим объектам общественного питания.

Полученные результаты оценки риска позволили пересмотреть общую структуру категорийности объектов общественного питания. В табл. 10.1.3 и 10.1.4. приведены рекогносцировочные расчеты категорий объектов общественного питания по Пермскому краю и Московской области с учетом новой реальности в данной сфере деятельности.

Таблица 10.1.3

Категории по риску причинения вреда юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями и их производственными объектами, осуществляющими деятельность в сфере предоставления услуг общественного питания, Пермский край*

Категория риска	Без учета объемов продукции «на вынос»		По новой модели с учетом объемов продукции на вынос (доставки) по 701 объекту	
	ЮЛ / ИП	Производственных объектов	ЮЛ / ИП	Производственных объектов
Чрезвычайно высокий риск ($R > 1 \cdot 10^{-3}$)	0	0	0	0
Высокий риск ($1 \cdot 10^{-4} < R \le 1 \cdot 10^{-3}$)	27	259	154	534
Значительный риск ($1 \cdot 10^{-5} < R \le 1 \cdot 10^{-4}$)	990	1519	1512	1962
Средний риск ($1 \cdot 10^{-6} < R \le 1 \cdot 10^{-5}$)	814	894	209	221
Умеренный риск ($1 \cdot 10^{-7} < R \le 1 \cdot 10^{-6}$)	15	15	4	4
Низкий риск ($R \le 1 \cdot 10^{-7}$)	33	34	0	0
ИТОГО	1879	2721	1879	2721

Примечание: * – без учета объектов общественного питания детского населения.

Таблица 10.1.4

Категории по риску причинения вреда юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями и их производственными объектами, осуществляющими деятельность в сфере предоставления услуг общественного питания, Московская область

Категория риска	Без учета объемов продукции «на вынос»		По новой модели с учетом объемов продукции на вынос (доставки)	
	ЮЛ / ИП	Производственных объектов	ЮЛ / ИП	Производственных объектов
Чрезвычайно высокий риск ($R > 1 \cdot 10^{-3}$)	5	169	241	589
Высокий риск ($1 \cdot 10^{-4} < R \leq 1 \cdot 10^{-3}$)	55	141	862	1169
Значительный риск ($1 \cdot 10^{-5} < R \leq 1 \cdot 10^{-4}$)	949	1330	1741	1951
Средний риск ($1 \cdot 10^{-6} < R \leq 1 \cdot 10^{-5}$)	1432	1663	315	327
Умеренный риск ($1 \cdot 10^{-7} < R \leq 1 \cdot 10^{-6}$)	599	643	35	36
Низкий риск ($R \leq 1 \cdot 10^{-7}$)	412	439	258	313
Общий итог	3452	4385	3452	4385

Результаты апробации новых подходов показывают, что реальное число хозяйствующих субъектов, которые по критериям потенциального риска причинения вреда здоровью потребителей могут быть отнесены к категориям «чрезвычайно высокий риск» и / или «высокий риск», существенно больше, чем число таковых, которые были оценены по подходам, разработанным в 2017 г. В Пермском крае доля объектов высших категорий риска возросла с 1,3 до 8,2 %; в Московской области – с 1,7 до 32 %. Даже в условиях ограничения плановых контрольно-надзорных мероприятий это обеспечивает более плотный санитарно-эпидемиологический надзор за деятельностью объектов общественного питания и, соответственно, более надежную защиту здоровья потребителей.

Приведенные факты свидетельствуют, что под контролем находятся наиболее «рисковые» проблемные объекты, постоянный контроль за деятельностью которых оправдан и необходим.

Опыт применения риск-ориентированного контроля за продукцией в обороте

При внедрении риск-ориентированного контроля за продукцией, находящейся в обороте, на уровне страны в целом оценка риска позволяет выявлять общефедеральные приоритеты, выделять крупные группы пищевой продукции, которые характеризуются наиболее высокими рисками для здоровья, и на контроль которых в обороте регионам требуется обращать особое внимание [Попова А.Ю., 2018]. Так, по данным на конец 2022 г. к общим по России приоритетам относились молочная, мясная продукция, рыба, рыбные продукты, продукция предприятий общественного питания (табл. 10.1.5).

Следует отметить, что по этим группам продукции отмечалась положительная тенденция по частоте выявляемых нарушений: так, по группе «молоко и молочная продукция» в целом по стране за период 2010–2020 гг. 95-й персентиль частоты нарушений составлял 0,061 (т.е. нарушения выявляли в 6,1 % исследованных проб). За период 2020–2022 гг. эта величина сократилась до 0,053 (5,3 %). Частота нарушений, выявляемых в группе «рыба и рыбные продукты», изменилась за эти же периоды с 0,086 до 0,065. Очевидно, что стимулирование системным государственным

контролем законопослушности, ответственности и добросовестности производителей, дистрибьютеров и продавцов в конечном счете снижает частоту выявляемых нарушений и обеспечивает повышение безопасности и качества продукции в целом по стране.

Таблица 10.1.5

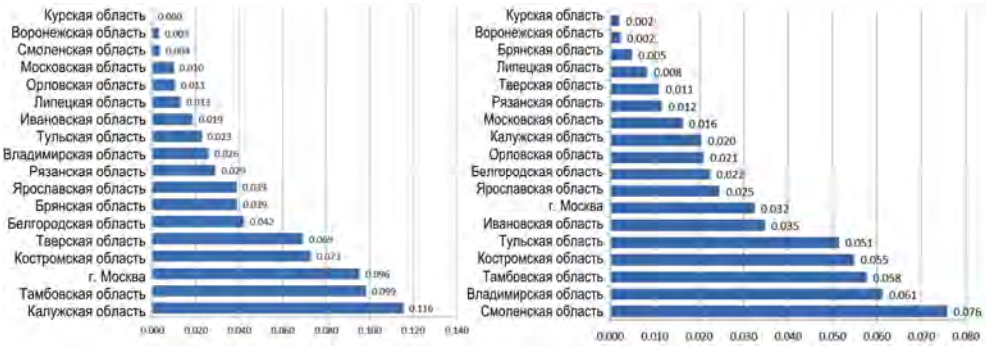
Фрагмент категорирования групп продукции с учетом данных 2020–2022 гг. в целом по Российской Федерации

Группа пищевой продукции (отраслевая классификация Роспотребнадзора)	*p*	*g*	*R*	Характеристика риска для задач планового контроля
Мясо и мясные продукты*	**0,052**	**0,198**	$1{,}03 \cdot 10^{-1}$	Чрезвычайно высокий
Мясо и мясные продукты импортируемые	0,071	0,198	$1{,}4 \cdot 10^{-2}$	Высокий
Птица и птицеводческие продукты, в том числе яйца	**0,059**	**0,45**	$2{,}66 \cdot 10^{-1}$	Чрезвычайно высокий
Птица, птицеводческие продукты, импорт.	0,183	0,45	$8{,}24 \cdot 10^{-2}$	Высокий
Молоко, молочные продукты	**0,053**	**0,35**	$1{,}86 \cdot 10^{-1}$	Чрезвычайно высокий
Молоко, молочные продукты импортн.	0,07	0,35	$2{,}45 \cdot 10^{-2}$	Высокий
Рыба, рыбные продукты и др. гидробионты	**0,065**	**0,245**	$1{,}59 \cdot 10^{-1}$	Чрезвычайно высокий
Рыба, рыбные продукты и др. гидробионты импорт.	0,086	0,245	$2{,}11 \cdot 10^{-2}$	Высокий
Кулинарные изделия	0,042	0,18	$7{,}56 \cdot 10^{-3}$	Значительный
Кулинарные изделия, вырабатываемые по нетрадиционной технологии	0,333	0,065	$2{,}16 \cdot 10^{-2}$	Высокий
Продукция предприятий общественного питания	0,044	0,27	$1{,}19 \cdot 10^{-1}$	Чрезвычайно высокий
Мукомольно-крупяные изделия	0,026	0,115	$2{,}99 \cdot 10^{-2}$	Высокий
Хлебобулочные изделия	0,035	0,003	$1{,}05 \cdot 10^{-3}$	Значительный
Сахар	0,026	0,002	$5{,}20 \cdot 10^{-5}$	Умеренный
Плодоовощная продукция	0,021	0,152	$3{,}19 \cdot 10^{-3}$	Значительный
Безалкогольные напитки	0,077	0,023	$1{,}77 \cdot 10^{-3}$	Значительный
Зерно и зернопродукты	0,0001	0,001	$1{,}00 \cdot 10^{-7}$	Низкий
Минеральные воды	0,057	0,015	$8{,}55 \cdot 10^{-4}$	Средний
Соль	0,025	0,001	$6{,}10 \cdot 10^{-5}$	Умеренный

Примечание: * – жирным шрифтом выделены группы товаров, включенные в потребительскую корзину (k = 10).

Положением о санитарно-эпидемиологическом надзоре отнесение продукции как самостоятельного объекта контроля к категориям риска утверждается решением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации (п. 22, «б»). Вместе с тем следует отметить, что учет региональных особенностей оборота пищевой продукции может явиться важным направлением развития риск-ориентированной модели контроля. От региона к региону существенно изменяются показатели, включаемые в оценку риска продукции [Попова А.Ю. и др., 2015; Зайцева Н.В. и др.,

2023b]. На рис. 10.1.1 приведены только два примера различий в частоте выявляемых нарушений. Так, в Центральном федеральном округе частота выявления нестандартных проб мясной продукции в 2022 г. варьировалась от 0,0 (0 %) (Курская область) до 0,116 (11,6 %) (Калужская область), то есть только показатель частоты нарушений на порядок и более мог изменить величину риска для здоровья. В меньшей степени, но тоже значительно, варьировался показатель частоты нарушений продукции из группы «молоко и молочная продукция».



а *б*

Рис. 10.1.1. Частота нарушений требований к микробиологической безопасности продукции в субъектах Центрального Федерального округа, 2022 г. (случаев выявленных несоответствий на одну исследованную пробу): *а* – мясо и мясные продукты; *б* – молоко и молочные продукты

Диапазон частоты нарушений требований безопасности по санитарно-химическим показателям мясной продукции составил по субъектам Российской Федерации от 0 до 0,096; молока и молочной продукции от 0 до 0,091; по рыбе и рыбным продуктам от 0 до 0,256 (последнее – при небольшой выборке).

Таким образом, история и результаты региональных проверок могут вносить существенные коррективы в определение важнейшей составляющей риска – вероятности возникновения нежелательного события (нарушения требований безопасности продукции) и, соответственно, возникновения ответа на эти нарушения.

Объемы потребления пищевой продукции как средство выражения масштаба риска, значительно отличаются по субъектам и зависят от климатической зоны, национальных и региональных традиций, доступности тех или иных товаров и пр.

Так, потребление мяса и мясных продуктов в 2022 г. в стране варьировалось в диапазоне от 62,1 до 144,6 кг/душу населения, то есть различалось более чем вдвое. Потребление рыбы и рыбных продуктов различалось еще более разительно – от 6,7 кг/душу населения в Республике Тыва до 44,1 кг/душу в Ненецком автономном округе. Диапазон потребления фруктов и ягод колебался от 39,4 до 125,9 кг/душу населения, овощей и бахчевых от 50,4 до 150,2 кг/душу населения т.п.

В дополнение к данным государственного статистического бюллетеня «Потребление основных продуктов питания населением Российской Федерации» [Росстат, 2023] представляется целесообразным принимать во внимание материалы специальных исследований «Потребление продуктов питания в домашних хозяйствах…» [Росстат, 2022], которые содержат информацию по существенно более широкому кругу пищевой продукции, потребляемой россиянами.

В табл. 10.1.6 сопоставлены фрагменты результатов категорирования некоторых групп продукции Калининградской области и Республики Бурятия.

Таблица 10.1.6

Сопоставление величин рисков и категорий некоторых групп пищевой продукции двух регионов Российской Федерации

Вид продукции	Калининградская область		Республика Бурятия	
	R	Категория риска	*R*	Категория риска
Мясо и мясные продукты	$9{,}7\cdot10^{-2}$	Высокий	$1{,}8\cdot10^{-1}$	Чрезвычайно высокий
Мясо и мясные продукты импорт.	$5{,}2\cdot10^{-3}$	Значительный	$3{,}9\cdot10^{-2}$	Высокий
Птица, яйца и продукты их переработки	$1{,}6\cdot10^{-1}$	Чрезвычайно высокий	$3{,}8\cdot10^{-1}$	Чрезвычайно высокий
Молоко и молочные продукты	$7{,}9\cdot10^{-1}$	Чрезвычайно высокий	$1{,}9\cdot10^{-1}$	Чрезвычайно высокий
Масложировая продукция	$1{,}7\cdot10^{-2}$	Высокий	$1{,}2\cdot10^{-1}$	Чрезвычайно высокий
Рыба, нерыбные объекты промысла и продукты, вырабатываемые из них	$3{,}0\cdot10^{1}$	Чрезвычайно высокий	$4{,}0\cdot10^{-1}$	Чрезвычайно высокий
Рыба, нерыбные объекты промысла и продукты из них, импортируемые	$1{,}8\cdot10^{-2}$	Высокий	$2{,}2\cdot10^{-1}$	Чрезвычайно высокий
Кулинарные изделия	$2{,}7\cdot10^{-2}$	Высокий	$4{,}7\cdot10^{-2}$	Высокий
Кулинарные изделия, вырабатываемые по нетрадиционной технологии	$8{,}8\cdot10^{-1}$	Чрезвычайно высокий	$4{,}1\cdot10^{-1}$	Чрезвычайно высокий
Продукция общественного питания	$1{,}6\cdot10^{-1}$	Чрезвычайно высокий	$2{,}4\cdot10^{-1}$	Чрезвычайно высокий
Мукомольно-крупяные изделия	$8{,}7\cdot10^{-4}$	Средний	$6{,}7\cdot10^{-3}$	Значительный
Хлебобулочные изделия	$9{,}9\cdot10^{-4}$	Средний	$8{,}0\cdot10^{-3}$	Значительный
Плодовоовощная продукция	$1{,}27\cdot10^{-1}$	Чрезвычайно высокий	$4{,}22\cdot10^{-1}$	Чрезвычайно высокий
Плодовоовощная продукция импорт.	$2{,}24\cdot10^{-2}$	Высокий	$1{,}21\cdot10^{-2}$	Высокий
Овощи	$4{,}58\cdot10^{-2}$	Высокий	$1{,}22\cdot10^{-1}$	Чрезвычайно высокий

В Омской области наибольший риск причинения вреда формируется за счет следующих групп продовольственного сырья и пищевых продуктов: при расчете рисков указанных регионов учитывались история проверок в субъекте Федерации за последние три года и специфика потребления пищевой продукции. Из результатов оценки риска следует, что в Республике Бурятия ежегодному контролю из приведенных в табл. 10.1.6 групп продукции к категории чрезвычайно высокого риска могут быть отнесены продукты 10 групп, тогда как в Калининградской области – шести.

Анализ показывает, что каждому из регионов целесообразно с учетом специфики потребления продукции и истории проверок формировать региональные перечни категорированной пищевой продукции и с учетом этих перечней планировать контрольные (надзорные) мероприятия. Применение подходов к оптимизации лабораторного сопровождения контроля за продукцией позволило обосновать плановые параметры для инструментальных измерений.

В табл. 10.1.7 приведен пример расчетов для конкретного региона в отношении некоторых видов продукции.

Из приведенных данных видно, что показатели, формирующие риск, частота нарушений обязательных требований к которым является наиболее высокой, требуют и значительно большего числа исследований, чем фактически выполняемых. Так, для достижения целевого значения частоты нарушений по микробиологическим показателям в мясе – 1,0 % (при фактически выявляемой доле нестандартных проб 6,15 %) – выполняемых исследований недостаточно. Практически втрое необходимо увеличить интенсивность исследований, что должно привести к удалению с рынка

небезопасных по данному фактору товаров и предупреждению их появления на следующем цикле контроля. Требует повышения интенсивность контроля физико-химических показателей и патогенной микрофлоры.

Таблица 10.1.7

Пример результатов расчета объемов исследований показателей безопасности по некоторым видам продукции для модельного региона (численность населения – 2 589 тыс. человек) при целевом критерии управления не более 1 % нестандартных проб

Вид продукции / Показатель безопасности	Факт, 2020 г.			Целевые значения			Δn , иссл.
	p	$v_{факт}$, иссл./ 100 тыс.	$n_{факт}$	p*	v*, иссл./ 100 тыс.	n*	
Мясо и мясные продукты							
Микробиологические показатели	6,15	37,69	976	1,0**	119,61	3097	+2118
				5,26* **	**102,3**	**2649**	**+1978**
Физико-химические показатели	4,64	7,49	194	1	25,49	660	+466
				3,1	**9,54**	**441**	**+247**
Патогенные микроорганизмы	3,09	37,52	971	1,0	87,24	2259	+1288
Паразитологические показатели	0	0,66	17	1	3,37	87	+60
Антибиотики	0	2,82	73	1	6,53	169	+96
Молоко и молочные продукты							
Физико-химические показатели	9,2	81,45	2109	1	97,32	2519	+410
				8,9	**94,12**	**2437**	**+328**
Антибиотики	0,87	17,73	459	1	9,99	259	-200
Мышьяк	0	20,89	541	1	8,43	218	-310
Патогенные микроорганизмы	0	95,36	2469	1	105,61	3252	+30
Свинец	0	25,30	655	1	9,28	240	-415

Примечание:

* – целевые значения показателей p, V, n;

** – рекомендованная (модельная) величина частоты нарушений санитарно-эпидемиологических требований;

*** – среднероссийский показатель частоты нарушений санитарно-эпидемиологических требований за 2020 г.

Цели увеличения частоты – максимальное выявление небезопасной продукции и удаление ее из оборота, а также сигнал хозяйствующим субъектам, что частота контроля такой продукции останется высокой.

Таким образом, оптимизация лабораторного контроля не характеризуется однозначным вектором на увеличение числа исследований, а предполагает структуру лабораторных испытаний, адекватную сложившейся санитарно-эпидемиологической ситуации с продукцией в обороте.

Развитие модели риск-ориентированного контроля на базе наукоемкого системного анализа результатов контрольно-надзорных мероприятий предполагает учет не только результатов оценки риска определенных укрупненных групп продукции, но и данные о производителях, продавцах этой продукции, а также о специфике потребительского спроса. Такой анализ обеспечивает повышение адресности, точности выбора объектов контроля и имеет целью выделить из общей массы товаров приоритетной группы те, которые:

– пользуются наибольшим потребительским спросом;

– отличаются наибольшей частотой нарушений;

– характерны для определенных производителей.

Так, к примеру, анализ структуры продаж на российском рынке товаров из группы «молоко и молочная продукция» показал, что наибольшим спросом у потребителей пользуется пастеризованное молоко – 28,0 % (по массе). Далее по объемам продаж следуют масло и маргарин – 17,7 %, сметана – 14,1 %, творог – 12,1 %, кефир – 9,4 %, молоко стерилизованное – 9,4 %, сливки – 3,4 %, прочие категории – 4,0 % [Обзор NielsenIQ, 2019].

Соответственно, структуру исследования товаров при проведении контрольно-надзорных мероприятий логично формировать с учетом востребованности продукции.

В целом предполагается, что среднероссийские уровни выявляемых нестандартных проб будут снижаться на каждом цикле управления (при существующей системе планирования – ежегодно), т.е. безопасность продукции по критериям риска для здоровья на потребительском рынке будет возрастать. Программы инструментальных исследований будут подлежать корректировке и оптимизации в соответствии с вновь получаемыми данными.

При этом модель предусматривает, что если в силу ряда причин при снижении частоты исследований процент нестандартных проб будет возрастать, это неизбежно приведет к росту уровней рисков для потребителя. Соответственно, будет возрастать и частота контроля того показателя, по которому этот рост наблюдается. То есть чем выше процент выявления несоответствий по конкретному измеряемому показателю и риски для здоровья, тем более ориентированной на данное исследование должна быть программа лабораторных исследований.

Вместе с тем, принимая во внимание, что пищевая промышленность развивается, изменяются виды и состав используемого сырья, используемые технологии производства, способы хранения и транспортировки продукции, предлагается порядка 20 % всех проб продукции исследовать на полный перечень нормируемых показателей. При этом частота отбора образцов продукции регламентируется категорией самой продукции (товара). Случайные находки при таком стохастическом подходе могут изменить в целом профиль риска продукции и привести к более системному исследованию показателей, которые до этого не входили в перечень приоритетов.

Модель имеет перспективы развития и совершенствования. Основными направлениями развития являются: повышение адресности при выборе продукции для контроля; формирование и систематическая актуализация профилей риска, в том числе с учетом региональных особенностей обращаемых товаров; оптимизация лабораторного сопровождения контроля (надзора) в условиях динамично изменяющегося рынка пищевой продукции страны.

Опыт оценки эффективности и результативности контрольно-надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения

Развитие и совершенствование организационно-функциональной структуры Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, широкое применение риск-ориентированной модели надзорной деятельности, меры профилактического характера и т.п. обеспечивают постоянный и достаточно высокий уровень предотвращаемого ущерба здоровью населения.

При отсутствии управляющих действий со стороны Роспотребнадзора («нулевой вариант») уровень воздействия химических, биологических и физических факторов на человека и его среду обитания мог быть значительно выше.

В частности, анализ данных 2022 г. показал, что в результате деятельности органов и учреждений Роспотребнадзора по улучшению качества среды обитания было предотвращено появление порядка 15,27 % проб питьевой воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по содержанию магния, более 13,8 % проб питьевой воды с превышением ПДК хлоридов, более 11,55 % проб – с превышением содержания сульфатов и пр. (табл. 10.1.8).

Таблица 10.1.8

Результативность деятельности органов и учреждений Роспотребнадзора в 2022 г. по улучшению качества среды обитания населения [Государственный доклад, 2023]

Показатель	Фактический уровень показателя	Предотвращено действиями Роспотребнадзора	Вероятный уровень показателя, «нулевой вариант» (отсутствие действий Роспотребнадзора)
1	2	3	4
Доля проб питьевой воды с превышением ПДК (%) по содержанию			
– магния*	0,13	15,27	15,4
– хлоридов (по Cl) *	0,05	13,80	13,85
– сульфатов (по SO_4) *	0,02	11,55	11,57
– бора*	0,08	8,04	8,12
– железа (включая хлорное железо) по Fe	11,25	3,66	14,91
– фтора для климатических районов I–II*	0,03	3,66	3,69
– стронция*	0,07	3,15	3,22
– нитратов (по NO_3)	1,13	1,10	2,23
– аммиака и аммоний-иона (по азоту)	1,43	0,61	2,04
– марганца	4,85	0,58	5,43
– алюминия	3,69	0,26	3,96
Доля (%) проб питьевой воды систем централизованного водоснабжения, превышающих гигиенические нормативы по санитарно-химическим показателям	15,49	4,33	19,82
Доля (%) проб питьевой воды систем централизованного водоснабжения, превышающих гигиенические нормативы по микробиологическим показателям	1,86	0,11	1,97
Доля проб атмосферного воздуха в городских и сельских поселениях с превышением ПДК (%)			
Всего проб с превышением ПДК (%), в том числе по содержанию:	0,75	0,69	1,44
– гидроксибензола и его производных	0,66	23,01	23,67
– формальдегида	0,25	21,83	22,08
– углерода оксида	0,48	16,73	17,21
– углеводородов	1,12	16,47	17,59
– ксилола	2,78	12,30	15,08
– дигидросульфида	0,83	10,39	11,22
– ароматических углеводородов	1,52	5,41	6,93
– свинца	0,04	4,50	4,54
– хлористого водорода	0,45	2,63	3,08
– хлора и его соединений	0,31	2,03	2,34
– фтористого водорода	0,27	0,91	1,18
– бенз(а)пирена	5,22	0,74	5,96
– взвешенных веществ	0,74	0,69	1,43
– фтора и его соединений (в пересчете на фтор)	0,23	0,68	0,91

Окончание табл. 10.1.8

1	2	3	4
– азота диоксида	0,51	0,55	1,06
– алифатических предельных углеводородов	0,14	0,57	0,71
– серы диоксида	0,27	0,37	0,64
– толуола	1,43	0,35	1,78
– ртути	0,99	0,34	1,33
– алифатических непредельных углеводородов	0,19	0,01	0,2
Доля проб почв в селитебной зоне с превышением ПДК (%)			
по паразитологическим показателям	1,00	27,63	28,63
по микробиологическим показателям	6,58	3,17	9,75
по санитарно-химическим показателям	7,16	0,42	7,58
по содержанию тяжелых металлов, из них:	4,30	0,71	5,01
– свинца	1,89	0,41	2,30
– ртути	0,12	0,37	0,49
– кадмия	0,81	0,01	0,82
Физические факторы			
Доля (%) объектов, на которых уровень шума не соответствовал гигиеническим нормативам (по результатам лабораторных исследований)	11,5	0,33	11,83
Доля (%) объектов, на которых уровень вибрации не соответствовал гигиеническим нормативам (по результатам лабораторных исследований)	3,00	0,90	3,90

Примечание: * – по данным Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга.

В целом действиями службы предотвращено возникновение более 0,69 % проб атмосферного воздуха с превышением гигиенических нормативов, из них с превышением ПДК гидроксибензола и его производных – более 23,01 % проб, формальдегида – 21,83 % проб, углерода оксида – 16,73 % проб, углеводородов – 16,47 % проб, ксилола – 12,3 % проб, дигидросульфида – более 10,39 % проб с превышением ПДК и др.

Благодаря эффективной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия территорий городских и сельских поселений качество почв селитебных территорий Российской Федерации улучшилось. В результате действий службы в 2022 г. предотвращено формирование более 27,63 % проб почв селитебной зоны, не соответствующих гигиеническим нормативам по паразитологическим показателям, более 3,17 % проб – по микробиологическим, более 0,42 % проб – по санитарно-химическим показателям. Деятельностью службы предотвращено формирование свыше 0,71 % проб с превышением ПДК по содержанию тяжелых металлов, включая 0,37 % проб, не соответствующих гигиеническим нормативам по содержанию ртути, и 0,41 % проб – свинца.

Снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды, почв городских и сельских поселений, уменьшение уровня воздействия физических факторов среды обитания (шум, вибрация и пр.) – как результат деятельности органов и

учреждений Роспотребнадзора – позволило в 2022 г. вероятностно предотвратить возникновение более 30,9 тыс. дополнительных случаев смерти и более 4,28 млн дополнительных случаев заболеваний населения Российской Федерации.

В частности, в 2022 г. действиями Роспотребнадзора по улучшению качества воздуха вероятностно предотвращено более 16,2 тыс. дополнительных случаев смерти, снижению загрязнения питьевой воды – более 7,90 тыс. случаев, повышению качества почвы – более 5,41 тыс. случаев, снижению уровня воздействия физических факторов – более 1,36 тыс. дополнительных случаев смерти.

Удельный вес предотвращенной смертности взрослого населения пенсионного возраста в общем количестве предотвращенных в 2022 г. действиями Роспотребнадзора смертей составил 48,9 %, взрослого трудоспособного населения – 43,5 %.

В предотвращенной смертности взрослого трудоспособного населения преобладали следующие причины смертности: болезни органов пищеварения (46,4 %), инфекционные и паразитарные болезни (32,4 %), болезни органов дыхания (11,8 %), болезни системы кровообращения (6,5 %), а также злокачественные новообразования (2,8 %).

Предотвращенная смертность населения РФ в 2022 г. была ассоциирована с превышениями гигиенических нормативов по микробиологическим показателям и содержанию химических веществ в питьевой воде (бор, железо и пр.), микробиологическим и паразитологическим показателям загрязнения почв селитебных территорий, превышениями предельно допустимых концентраций диоксида азота, бенз(а)пирена, взвешенных веществ, гидроксибензола и его производных, ароматических углеводородов, ксилола, соединений свинца, фтора и его соединений, формальдегида и других химических веществ в атмосферном воздухе, воздействием физических факторов (вибрация, шум), превышающих гигиенические нормативы.

В результате деятельности органов и учреждений Роспотребнадзора по снижению уровня загрязнения среды обитания в 2022 г. предотвращено более 2583,6 тыс. дополнительных случаев заболеваний, вероятностно ассоциированных с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха, более 805,8 тыс. случаев – с качеством питьевой воды, более 887,2 тыс. случаев – с качеством почв селитебных территорий, более 3,47 тыс. случаев заболеваний, ассоциированных с воздействием на население физических факторов (шум, вибрация и пр.).

Анализ возрастной структуры предотвращенной в 2022 г. действиями Роспотребнадзора заболеваемости показал, что удельный вес предотвращенных случаев заболеваний детского населения составил 46,2 %, взрослого населения трудоспособного возраста – 37,9 %, взрослого населения пенсионного возраста – 15,9 %.

Среди предотвращенных случаев заболеваний детского населения преобладали болезни органов дыхания (55,6 % от общего количества предотвращенных заболеваний у детского населения), некоторые инфекционные и паразитарные болезни (23,9 %) и болезни органов пищеварения (10,0 %).

У взрослого населения трудоспособного возраста в структуре предотвращенной заболеваемости в 2022 г. первые места также занимали болезни органов дыхания (47,8 % от общего количества предотвращенных заболеваний у населения соответствующего возраста), некоторые инфекционные и паразитарные болезни (20,5 %) и болезни органов пищеварения (18,5 %).

Предотвращенные случаи заболеваний населения страны в 2022 г. были ассоциированы в основном с превышениями гигиенических нормативов содержания в атмосферном воздухе взвешенных веществ, гидроксибензола и его производных, дигидросульфида, ароматических углеводородов, в том числе ксилола, свинца, оксида углерода, формальдегида, фтористого водорода, хлора и его соединений, с загрязнением питьевой воды микробными агентами и химическими веществами, включая железо, марганец, аммиак и аммоний-ион (по азоту), микробным, паразитологическим и химическим (ртуть, свинец, кадмий) загрязнением почвы, а также с негативным воздействием высоких уровней шума и вибрации.

В динамике с 2013 г. по 2022 г. деятельность Роспотребнадзора по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения позволила увеличить

интегральный показатель состояния здоровья населения – ожидаемую продолжительность жизни населения при рождении (ОПЖ) более чем на 720 дней. При этом прогнозируемое дополнительное увеличение данного показателя к 2024 г. в результате деятельности службы через влияние на поднадзорные объекты, системное нормирование, социально-гигиенический мониторинг, использование механизмов разных уровней профилактики, а также участия в выполнении национальных и федеральных проектов и программ (без учёта COVID-обусловленных потерь) составляет еще 47 дней. При сохранении наблюдаемых тенденций и достигнутых результатов к 2030 г. прирост показателя ОПЖ может составить 520 дней.

В 2022 г. сумма предотвращенных в результате деятельности Роспотребнадзора экономических потерь валового внутреннего продукта составила более 183,99 млрд руб., в том числе от смертности, ассоциированной с воздействием факторов среды обитания, свыше 14,98 млрд руб., от ассоциированной заболеваемости – более 169,01 млрд руб.

Экономическая эффективность деятельности Роспотребнадзора в отношении снижения загрязнения среды обитания (без учета COVID-обусловленных процессов) составила (по критерию предотвращенных потерь ВВП РФ в ценах 2022 г.) 20,74 руб. на 1 руб. затрат.

В целом следует отметить, что предотвращаемый экономический эффект (в сопоставимых ценах) ежегодно сохраняется на достаточно высоком уровне (рис. 10.1.2).

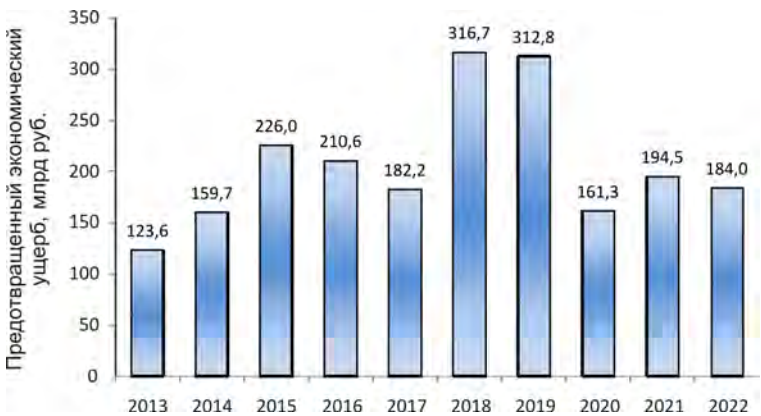


Рис. 10.1.2 Экономический ущерб для здоровья, предотвращенный в результате контрольно-надзорных мер и действий органов и учреждений Роспотребнадзора

Сохранение довольно высокого уровня предотвращаемого ущерба свидетельствует, с одной стороны, о результативной работе службы, с другой – о наличии резервов управляемости качеством окружающей среды.

Эффективность контрольно-надзорной службы также характеризуется достаточно удовлетворительными показателями, колеблясь в целом по стране за десять лет в диапазоне от 13 до 22 руб./руб. затрат.

Предложенные и апробированные подходы широко используются территориальными регионами Роспотребнадзора [Механтьев И.И. и др., 2017; Костарев С.Г. и др., 2018] как инструмент самооценки и средство анализа путей повышения результативности и эффективности контрольно-надзорной деятельности службы.

Необходимо отметить, что контрольно-надзорная деятельность во всех рассматриваемых территориальных управлениях эффективна, составляя более 1 руб. на 1 руб. затрат [Цинкер М.Ю., 2019]. Однако углубленный анализ эффективности деятельности органов Роспотребнадзора в разных регионах страны показал существенные различия результатов.

На рис. 10.1.3 приведено распределение регионов РФ по эффективности контрольно-надзорной деятельности службы.

Эффективность контрольно-надзорной деятельности в 15 субъектах Российской Федерации выше среднероссийской, в 70 субъектах – ниже. При этом в семи субъектах РФ эффективность более чем в два раза выше среднероссийской (руб. на 1 руб. затрат), в восьми регионах эффективность контрольно-надзорной деятельности находится в пределах от 42 до 80 руб. на 1 руб. затрат.

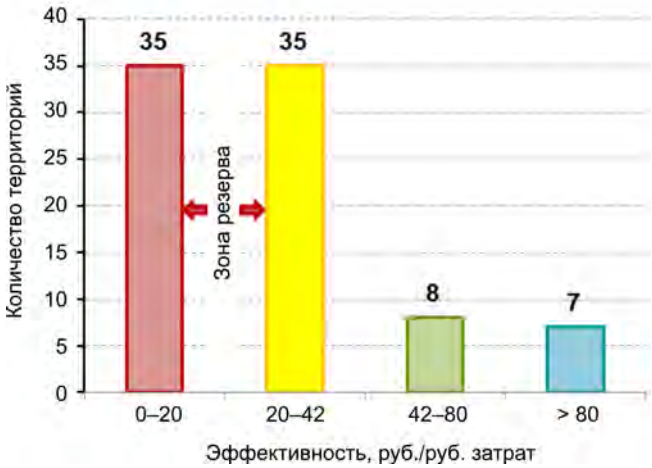


Рис. 10.1.3. Распределение регионов Российской Федерации по эффективности контрольно-надзорной деятельности службы

Регионы 1-й и 2-й групп (отмеченные синим и зеленым цветами) характеризуются высокими предотвращенными ущербами и низкими затратами. Данные регионы характеризуются высоким уровнем экономического развития (высоким значением валового регионального продукта на одного работающего). Регионы 3-й группы (отмечены желтым цветом) характеризуются средним значением эффективности, а также средними предотвращенными ущербами и затратами. Регионы 4-го типа (отмечены красным цветом) характеризуются низкими предотвращенными экономическими потерями и высокими затратами. Регионы 3-го и 4-го типов имеют наибольший резерв повышения эффективности за счет оптимизации контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора.

В целом анализ результативности и эффективности контрольно-надзорной деятельности службы остается важнейшим инструментом оценки качества государственного управления в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и средством анализа путей повышения этого качества.

10.2. Оценка профессионального риска здоровью работников

Нормативно-правовые и общие вопросы оценки профессионального риска

Важнейшим индикатором здоровья общества является состояние здоровья работников, которое определяет качество трудовых ресурсов и демографическую ситуацию в стране, производительность труда, величину валового внутреннего продукта [Измеров Н.Ф., 2008; Измеров Н.Ф. и др., 2013]. Неблагоприятные условия

труда являются источниками постоянной опасности нарушения здоровья работников [Мухин Н.Н. и др., 2013; Онищенко Г.Г., 2009].

Несмотря на то, что на ряде предприятий производится существенная модернизация технологических процессов, ведущая к увеличению доли операторского труда и, как следствие, сокращению доли ручного труда, а также появлению непрерывных технологических процессов с минимальным вовлечением человеческих ресурсов, ряд операций по-прежнему требует непосредственного контроля и участия человека. На работников действует целый комплекс производственных факторов, которые в отдельности могут не превышать нормативных значений, но в сочетании друг с другом приводить к неблагоприятным эффектам. Вредные факторы производственной среды могут являться причиной не только профессиональных заболеваний, но и быть патогенетическим механизмом развития и прогрессирования общих заболеваний, не относящихся к профессиональным [Безрукова Г.А. и др., 2015; Валеева Э.Т. и др., 2016]. Многообразие воздействующих вредных факторов и возможность их сочетанного воздействия на организм работающих определяют необходимость комплексного подхода при разработке мероприятий по улучшению условий труда, профилактике профессиональной и производственно обусловленной заболеваемости рабочих и снижению профессионального риска.

Ратификация Россией в 2010 г. [Конвенция МОТ № 187] привела к внесению изменений в действующее законодательство Российской Федерации. В законодательстве Российской Федерации термин «профессиональный риск» присутствует в нескольких документах [Федеральный закон РФ № 197-ФЗ]: термин «профессиональный риск» имеет практически идентичное определение «вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов при исполнении работником обязанностей по трудовому договору», однако подходы к его оценке различны.

В рамках системы социального страхования [Постановление Правительства РФ от 01.12.2005 № 713] профессиональный риск вычисляется для каждого вида экономической деятельности и определяется как интегральный показатель общей суммы расходов на обеспечение по страхованию и размеру фонда оплаты труда, на который начислены страховые взносы от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Использование данной методологии при оценке профессионального риска имеет ряд недостатков: при определении класса профессионального риска происходит усреднение числа несчастных случаев и профессиональных заболеваний по однородным видам экономической деятельности, а непосредственная оценка состояния здоровья и условий труда на конкретном предприятии не проводится, кроме того, социально ответственный работодатель в рамках данного положения практически не стимулируется, так как отсутствует переход на индивидуальные страховые тарифы, для конкретного предприятия класс профессионального риска непосредственно связан с уровнем производственного травматизма и профессиональной заболеваемости в соответствующей отрасли [Онищенко Г.Г. и др., 2014].

С позиции медицины труда профессиональный риск рассматривается в аспекте установления качественных и количественных закономерностей возникновения профессиональной и профессионально обусловленной заболеваемости и разработки методов диагностики и механизмов её предупреждения [Красовский В.О. и др., 2009]. Определение профессионального риска у работающих позволяет прогнозировать формирование заболеваний, как профессиональных, так и обусловленных условиями труда, и своевременно проводить целенаправленные профилактические мероприятия. Мероприятия, направленные на коррекцию сформировавшегося заболевания, часто малоэффективны и требуют больших финансовых расходов. При этом в приказе Министерства здравоохранения России [Приказ МЗ РФ от 28.01.2021 № 29н] определены заболевания, которые являются дополнительными медицинскими противопоказаниями к продолжению профессиональной деятельности в условиях воздействия факторов производственной среды, характерных для различных видов производств. Вредные факторы производственной среды могут являться при-

чиной не только профессиональных заболеваний, но и быть патогенетическим механизмом развития и прогрессирования общих заболеваний, не относящихся к профессиональным. Однако оценка профессионального риска с позиции медицины труда подразумевает в первую очередь оценку последствий определенных событий – травм, отравлений, несчастных случаев и в некоторой степени профессиональных заболеваний. Вопрос оценки риска отдаленных последствий воздействия производственных факторов на здоровье работников, таких как развитие болезней, связанных с условиями труда, относится к сфере оценки риска.

В настоящее время в Трудовом кодексе профессиональный риск определяется как вероятность причинения вреда жизни и (или) здоровью работника в результате воздействия на него вредного и (или) опасного производственного фактора при исполнении им своей трудовой функции с учетом возможной тяжести повреждения здоровья [Федеральный закон РФ № 197-ФЗ]. В то же время управление профессиональным риском подразумевает применение мер по снижению уровней профессиональных рисков или недопущению их повышения (ст. 209 Трудового кодекса). Таким образом, исходя из определений профессионального риска и управления профессиональным риском, приведенных в Трудовом кодексе, из поля зрения надзорных органов полностью исключается изучение и оценка проблемы возникновения болезней, связанных с условиями труда, а также сводятся к минимуму мероприятия по управлению профессиональным риском.

В ст. 218 Трудового кодекса РФ, в рамках системы управления охраной труда, закреплено проведение работодателем системных мероприятий по управлению профессиональными рисками на рабочих местах, в том числе связанных с выявлением опасностей, оценкой и снижением уровней профессиональных рисков. Результаты оценки профессионального риска должны является основой для последующего принятия управленческих мер по снижению риска, в связи с чем перед работодателем встает проблема выбора метода оценки профессионального риска.

Главным образом уровень риска здоровью работающих определяется уровнем экспозиции производственных факторов, однако существенную роль в формировании профессионального риска нарушения здоровья играет и устойчивость организма работника к воздействию различных факторов производственной среды. Следовательно, при воздействии факторов, в том числе производственной среды, величина вероятности развития негативных эффектов может быть в достаточной степени модифицирована индивидуальной чувствительностью организма человека [Шляпников Д.М. и др., 2016]. Проблема оценки текущего уровня индивидуального здоровья и контроля за его изменениями приобретает все более важное значение для работников в условиях воздействия производственных факторов. Результаты ряда исследований свидетельствуют, что развитие негативных эффектов воздействия факторов среды обитания может зависеть от индивидуальной чувствительности к ним организма человека [Новик И.И. и др., 1999]. На фоне неспецифических реакций могут наблюдаться и некоторые особенности, обусловленные характером действующего фактора, направленностью и локализацией нарушений систем организма.

Индивидуальная конституция человека может играть существенную роль в формировании риска нарушений здоровья, связанных с воздействием факторов среды обитания. Индивидуальный риск оценивают с учетом реальных факторов риска данного работника [Хрупачева А.Г. и др., 2011].

Оценка уровня индивидуального риска здоровью в условиях воздействия производственных факторов и контроль за его изменениями могли бы использоваться для уточнения результатов групповых оценок риска здоровью и позволили бы провести своевременные профилактические мероприятия.

Основными задачами при оценке риска являются не только идентификация (выявление) опасных и вредных для здоровья факторов, но и обоснование их количественных уровней, которые с позиции современной науки и практики могут рассматриваться как показатели безвредности и опасности. Отклонение параметров производственной среды и трудовой деятельности от этих критериев может быть

использовано для количественного определения рисков и разработки предупредительных мер.

В ходе изучения профессионального риска следует учитывать ряд методологических аспектов, которые выражаются:

– в неопределенности проявления риска для конкретного работника;

– в возможности описания риска с помощью только вероятностных характеристик его наступления для профессиональных групп работающих;

– в проявлении риска как результата сложного комплекса взаимосвязанных факторов условий труда и трудового процесса, с одной стороны, и состояния здоровья человека (восприятие риска), с другой стороны.

Таким образом, на настоящий момент в оценке профессионального риска можно выделить ряд наиболее острых проблем: отсутствие единых нормативных требований к порядку проведения оценки профессионального риска здоровью; отсутствие единой методики оценки профессионального риска здоровью; отсутствие единого подхода к категорированию результатов оценки профессионального риска, в том числе полученных различными методами, а также проблемы в части информационного обеспечения и межведомственного взаимодействия.

Пример использования методических подходов к оценке и категорированию профессионального риска, в том числе с применением теории нечетких множеств (нечеткой логики)

Предложенные подходы апробированы на примере оценки профессионального риска работников нефтедобывающей промышленности.

В группу наблюдения вошли операторы по добыче нефти и газа с уровнем шума на рабочих местах 80–85 дБА (173 человека, средний возраст – 39,7 года; средний стаж – 12,7 года; средний уровень шума – 81,8 ± 0,1 дБА). В группу наблюдения вошли операторы по добыче нефти и газа и инженерно-технологический персонал с уровнем шума на рабочих местах менее 80 дБА (259 человек, средний возраст – 46,8 года; средний стаж – 12,6 года; средний уровень шума – 72,5 ± 0,3 дБА).

По результатам априорной оценки профессионального риска в соответствии с классом условий труда по фактору «шум», риск для работников группы наблюдения относится к категории – «малый (умеренный) риск»; риск для работников группы сравнения относится к категории – «пренебрежимо малый (переносимый) риск».

В ходе медицинского осмотра и анализа актов по результатам проведения ПМО среди работников группы наблюдения было выявлено семи случаев нейросенсорной тугоухости, 40 случаев артериальной гипертензии, один случай мигрени, 52 случая нарушений функций вегетативной нервной системы. В группе сравнения выявлены: один случай нейросенсорной тугоухости, 66 случаев артериальной гипертензии, один случай мигрени, 145 случаев нарушений функций вегетативной нервной системы.

Достоверных причинно-следственных связей болезней, вероятно связанных с условиями труда (артериальной гипертензии, мигрени, нарушений функций вегетативной нервной системы) с экспозицией шумового фактора, не выявлено, поэтому дальнейшая оценка уровней профессионального риска проводилась в отношении установленных центром профессиональной патологии случаев нейросенсорной тугоухости.

Вероятность развития нейросенсорной тугоухости составила $3{,}91 \cdot 10^{-2}$ в группе наблюдения и $3{,}86 \cdot 10^{-3}$ в группе сравнения. Дополнительная вероятность развития нейросенсорной тугоухости составила $3{,}52 \cdot 10^{-2}$.

Уровень группового риска с учетом тяжести нейросенсорной тугоухости (0,3) составил $1{,}13 \cdot 10^{-2}$ (категория риска – «средний»), полученный уровень незначительно отличается от малого риска, в связи с чем проведен дальнейший расчет персональных уровней риска и уточнение категории полученных значений риска.

В ходе оценки зависимости «экспозиция – ответ» были получены с использованием программного средства Statistica параметры математической модели, отра-

жающие вероятность развития нейросенсорной тугоухости в зависимости от уровня шума, стажа и возраста работников: b_0 = -7,35, b_1 = 0,00014, b_2 = 0,074.

Уровни персонального риска в группе наблюдения, рассчитанные с использованием полученных параметров модели, составили от $1{,}06 \cdot 10^{-4}$ до $1{,}47 \cdot 10^{-2}$. Неприемлемые уровни профессионального риска (выше $1 \cdot 10^{-3}$ – «умеренный риск» и выше) отмечались у 139 работников из 173 (80,35 % от общего числа лиц, находящихся под воздействием шума выше 80 дБА).

Результаты оценки степени принадлежности уровней профессионального риска к определенной категории риска с использованием значений функции принадлежности μ (*R*) и μ (*SR*) представлены в табл. 10.2.1. В строке «Значение рассчитанного уровня риска» представлено распределение работников по результатам оценки персональных уровней риска без использования функций принадлежности μ (*R*) и μ (*SR*). В строке «Итог уточнения категории риска» представлен результат уточнения категории персональных уровней риска; к той или иной категории риска отнесены работники со значением функций принадлежности от 0,5 до 1 (степень принадлежности к категории риска 50–100 %).

Таблица 10.2.1

Результаты оценки степени принадлежности уровней профессионального риска к определенной категории риска

Критерии включения в категорию риска	Количество работников, включенных в определенную категорию риска, количество человек		
	малый	умеренный	средний
Значение рассчитанного уровня риска	34	124	15
Значение функции принадлежности μ (*R*) = 1	11	51	0
Значение функции принадлежности μ (*SR*) = 1	8	25	5
Итог уточнения категории риска	34	121	18

Выраженность степени принадлежности значений персонального риска к определенной категории с использованием значений функции принадлежности μ (*R*) и μ (*SR*) представлена в табл. 10.2.2.

Уточненные уровни риска рассматриваются как базис для обоснования действий по управлению профессиональным риском в соответствии с его категорией.

Таблица 10.2.2

Выраженность степени принадлежности значений персонального риска к определенной категории с использованием значений функции принадлежности μ (*R*) и μ (*SR*)

Категория риска	Количество работников, отнесенных к категории риска (абс.)	Степень принадлежности работников к категории риска, количество человек		
		50–70 %	70–99 %	100 %
Малый:	34	11	0	23
из них на границе с умеренным риском	11	11	0	0
Умеренный:	121	11	34	76
из них на границе с малым риском	26	7	19	0
из них на границе со средним риском	19	4	15	0
Средний	18	7	6	5
из них на границе с умеренным риском	13	7	6	0

В результате применения предложенного алгоритма по результатам оценки персонального профессионального риска установлено:

– профессиональный риск категорирован как «малый» для 34 работников, 11 из которых находятся на границе с «умеренным риском»;

– профессиональный риск категорирован как «умеренный» для 121 работника, 26 из которых находятся на границе с «малым» уровнем риска, а 19 на границе со «средним» уровнем риска;

– профессиональный риск категорирован как «средний» для 18 работников, 13 из которых находятся на границе с «умеренным» уровнем риска.

10.3. Оценка риска, связанная с употреблением пищевой потребительской продукции

Анализ риска пищевой потребительской продукции для здоровья предполагает проведение процедуры оценки риска с последующей разработкой рекомендаций, включающих обоснование таких мер, как разработка risk-based нормативов (критериев безопасности).

Общие принципы оценки риска, связанного с употреблением пищевой потребительской продукции, сформулированы в руководстве по процедуре Комиссии Кодекс Алиментариус в разделе V «Рабочие принципы анализа риска» [Codex Alimentarius Commission, 2023].

Реализация методических подходов, изложенных в главе «Современные методические подходы к оценке риска для здоровья, связанного с пищевыми продуктами», представлена на примерах при обоснования безопасных уровней микробиологических (*L. monocytogenes*) и химических (антибиотики тетрациклинового ряда, ractопамин, нитраты) факторов пищевой продукции, а также оценки риска здоровью, обусловленного поступлением с пищевыми продуктами химических веществ (N-нитрозоамины).

L. monocytogenes

Пример оценки микробиологического риска представлен в работе Н.В. Зайцевой, связанной с содержанием *L. monocytogenes* в пищевых продуктах [Зайцевой Н.В. и др. 2013а].

На этапе идентификации опасности установлено, что *L. monocytogenes* является грамположительным факультативным анаэробом, неспорообразующей палочкой. Бактерия относится к группе психротрофов, то есть способна к активному размножению при низких температурах (4–10 °C), и может расти при температуре от 0 до 45 °C (температурный оптимум – 37 °C), а также *pH* от 4,4 до 9,4 и активности воды 0,9 в растворе NaCl. Микроорганизмы устойчивы к воздействию высокой солености воды и кислотности, что, в отличие от большинства других неспорообразующих бактерий, являющихся возбудителями пищевых инфекций, позволяет им в течение долгого времени сохраняться при неблагоприятных условиях внешней среды. *L. monocytogenes* обнаруживается на различных этапах производства продуктов питания и способна длительно сохраняться в пищевых продуктах, переработанных растениях, быту и окружающей среде, особенно в условиях хранения в холодильнике или морозильной камере.

L. monocytogenes чаще всего выделяются в условиях переработки продуктов, характеризующихся низкими температурами и высокой влажностью, в таких продуктах питания, как молоко, сыры (особенно мягкие виды), мороженое, сырые овощи, ферментированное сырое мясо и вареные сосиски, сырое и вареное мясо домашней птицы, сырые мясные продукты, сырые и копченые морепродукты.

Одной из сложностей характеристики опасности листериоза, возникновение которого связано с продуктами питания, является отсутствие четкого определения

для случаев заболевания. Основная масса случаев обращения в лечебные учреждения связана с тяжелыми случаями заболевания, требующими медицинского вмешательства. Целесообразнее, однако, рассматривать случай инфицирования как колонизацию микроорганизмов в организме хозяина (прикрепление к слизистой и их рост), результатом которой могут быть и асимптомные формы, гастроэнтерит с лихорадкой, тяжелые формы заболевания или смерть. В случае инвазивного листериоза возможно развитие перинатального листериоза, менингита или септицемии. Вероятность поражения слизистой кишечника зависит от ряда факторов, включая число поступивших бактерий, восприимчивость организма хозяина, вирулентность бактерий.

С целью исключения контаминации *L. monocytogenes* внедряются программы HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points), а также меры, направленные на улучшение санитарных условий в пищевой промышленности, в результате чего заболеваемость листериозом в США, Великобритании, Австралии и Франции удалось снизить. Однако, начиная с этого времени, уровень заболеваемости остается относительно постоянным.

Проведение характеристики опасности показало, что контаминированная *L. monocytogenes* пища считается основным путем передачи инфекции и причиной 99 % случаев листериоза.

Наибольшее значение при этом имеет готовая к употреблению пища, поддерживающая рост *L. monocytogenes*, которая длительно хранится в условиях холодильника, а также употребляется без последующей обработки против возбудителя листериоза, то есть продукты, изначально прошедшие соответствующую обработку, а в последующем контаминированные либо подвергшиеся кросс-контаминации в точках продажи или в быту. При зафиксированных вспышках и спорадических случаях заболеваемости листериозом, связанных с употреблением пищевых продуктов, количество *L. monocytogenes* колебалось от 10^2 до 10^6 в грамме продукта. При этом заболело 18 человек, из них зафиксировано четыре летальных исхода. Таким образом, можно предположить, что содержание 10 КОЕ *L. monocytogenes* на грамм продукта может считаться минимальной инфицирующей дозой.

L. monocytogenes часто находятся в кишечнике человека транзиторно. Доля населения, в пробах фекалий которых обнаруживаются *L. monocytogenes*, составляет от 0,5 до 29 %. В среднем 2–10 % населения являются переносчиками бактерий без проявления каких-либо нарушений со стороны здоровья. Наличие большого числа здоровых носителей указывает, что присутствие *L. monocytogenes* в фекалиях не обязательно для установления наличия инфекции.

Беременность повышает риск развития листериоза, однако не считается предрасполагающим фактором к развитию носительства. Здоровые беременные женщины могут являться переносчиками *L. monocytogenes*, но при этом родить здоровых детей.

Считается, что более 20 % населения относятся к группе высокого риска развития листериоза. Здоровые дети и имуннокомпетентные взрослые имеют низкий риск развития тяжелого листериоза.

Для оценки зависимости «экспозиция – эффект» применялись модели «доза – ответ». В данном контексте под дозой понимается количество поступивших через желудочно-кишечный тракт микроорганизмов *L. monocytogenes*. Негативный эффект со стороны здоровья рассматривался как вероятность развития заболевания. Подобные модели, как правило, построены с использованием известных статистических функций распределения вероятности, коэффициенты зависимостей определяются из результатов эпидемиологических исследований. Одной из наиболее простых и часто используемых моделей является экспоненциальная модель с одним параметром (10.3.1):

$$P_i = 1 - \exp[-r_i \cdot N_i], \qquad (10.3.1)$$

где P_i – вероятность заболевания после потребления *i*-го продукта, N_i – доза микроорганизмов, r_i – параметр, соответствующий вероятности заболевания при воздействии единичного микроорганизма. Уравнение (10.3.1) широко применяется для оценки вероятности заболеваний, обусловленных воздействием *Listeria monocytogenes*. В расчетах риска заболевания людей с нормальным иммунитетом были использованы известные коэффициенты по трем видам продуктов:

1) копченая рыба: $r_1 = 5{,}6 \cdot 10^{-10}$;

2) шоколадное молоко: $r_2 = 5{,}8 \cdot 10^{-12}$.

3) салат «тунец – кукуруза (овощи)»: $r_3 = 1{,}8 \cdot 10^{-8}$.

При оценке риска заболевания после употребления нескольких видов продуктов применялась гипотеза аддитивности вероятности $P = \sum_i P_i$, допустимая при малых значениях P_i.

Для расчета вероятности заболевания у людей чувствительных групп (беременные и кормящие) использовался коэффициент $r = 3{,}15 \cdot 10^{-7}$.

Оценка экспозиции проводилась на основе среднесуточного потребления групп пищевых продуктов, считающихся наиболее вероятными источниками *L. monocytogenes*, различными группами населения и допустимого содержания *L. monocytogenes* в продуктах питания.

При оценке экспозиции для населения Российской Федерации использовалось несколько вариантов суточного потребления продуктов питания (овощи, фрукты, жировые продукты, молочные продукты, мясные продукты, рыба (морепродукты): рекомендуемое суточное потребление пищевых продуктов населением России, фактическое суточное потребление пищевых продуктов взрослым населением, оптимальный среднесуточный набор продуктов питания для беременных и кормящих женщин, полностью обеспечивающий их физиологические потребности в пищевых веществах и энергии.

Количество *L. monocytogenes* в пищевых продуктах при соблюдении гигиенических нормативов установленных техническими регламентами Таможенного союза, Комиссией Кодекс Алиментариус и директивами Европейского союза в конечной точке производства пищевого продукта принималось на уровне 0,04 КОЕ/г. Максимальное допустимое содержание *L. monocytogenes* в пищевом продукте, готовом к употреблению и поступившем на рынок в соответствии с нормами Комиссии Кодекс Алиментариус и директивами Европейского союза, составляло 100 КОЕ/г.

Расчет количества *L. monocytogenes*, поступающих с пищевыми продуктами, проводился по следующим сценариям:

– при рекомендуемом суточном потреблении пищевых продуктов взрослым населением с содержанием *L. monocytogenes* на уровне 0,04 и 100 КОЕ/г (сценарии 1 и 2);

– при фактическом суточном потреблении пищевых продуктов взрослым населением с содержанием *L. monocytogenes* на уровне 0,04 и 100 КОЕ/г (сценарии 3 и 4);

– при потреблении в соответствии с оптимальным среднесуточным набором продуктов питания для беременных (овощи и рыба) и рекомендуемом суточном потреблении остальных пищевых продуктов с содержанием *L. monocytogenes* на уровне 0,04 и 100 КОЕ/г (сценарии 5 и 6);

– при потреблении в соответствии с оптимальным среднесуточным набором продуктов питания для беременных (овощи и рыба) и фактическом суточном потреблении остальных пищевых продуктов с содержанием *L. monocytogenes* на уровне 0,04 и 100 КОЕ/г (сценарии 7 и 8);

– при потреблении в соответствии с оптимальным среднесуточным набором продуктов питания для кормящих (овощи и рыба) и рекомендуемом суточном потреблении остальных пищевых продуктов с содержанием *L. monocytogenes* на уровне 0,04 и 100 КОЕ/г (сценарии 9 и 10);

– при потреблении в соответствии с оптимальным среднесуточным набором продуктов питания для кормящих (овощи и рыба) и фактическом суточном потреб-

лении остальных пищевых продуктов с содержанием *L. monocytogenes* на уровне 0,04 и 100 КОЕ/г (сценарии 11 и 12).

Максимальное суточное поступление *L. monocytogenes* с продуктами питания при предложенных сценариях экспозиции составило от 44 (сценарий 3) до 185 660 (сценарий 2) в день.

На этапе характеристики риска по результатам моделирования зависимости «доза – ответ» были рассчитаны вероятности развития листериоза для указанных сценариев воздействия (табл. 10.3.1).

Таблица 10.3.1

Риск развития листериоза при поступлении с пищевыми продуктами при различных сценариях экспозиции (пример)

Сценарий	Группа продуктов питания			Суммарный риск
	овощи	молочные продукты	рыба	
1	$2{,}76 \cdot 10^{-7}$	$2{,}16 \cdot 10^{-10}$	$1{,}35 \cdot 10^{-9}$	$2{,}77 \cdot 10^{-7}$
2	$6{,}89 \cdot 10^{-4}$	$5{,}40 \cdot 10^{-7}$	$3{,}37 \cdot 10^{-6}$	$6{,}93 \cdot 10^{-4}$
3	$1{,}41 \cdot 10^{-7}$	$1{,}29 \cdot 10^{-10}$	$5{,}38 \cdot 10^{-10}$	$1{,}42 \cdot 10^{-7}$
4	$3{,}53 \cdot 10^{-4}$	$3{,}22 \cdot 10^{-7}$	$1{,}34 \cdot 10^{-6}$	$3{,}54 \cdot 10^{-4}$
5	$2{,}76 \cdot 10^{-7}$	$7{,}43 \cdot 10^{-6}$	$1{,}35 \cdot 10^{-9}$	$7{,}71 \cdot 10^{-6}$
6	$6{,}89 \cdot 10^{-4}$	$1{,}86 \cdot 10^{-3}$	$3{,}37 \cdot 10^{-6}$	$2{,}55 \cdot 10^{-3}$
7	$1{,}41 \cdot 10^{-7}$	$7{,}43 \cdot 10^{-6}$	$5{,}38 \cdot 10^{-10}$	$7{,}57 \cdot 10^{-6}$
8	$3{,}53 \cdot 10^{-4}$	$1{,}86 \cdot 10^{-3}$	$1{,}34 \cdot 10^{-6}$	$2{,}21 \cdot 10^{-3}$
9	$2{,}76 \cdot 10^{-7}$	$8{,}69 \cdot 10^{-6}$	$1{,}35 \cdot 10^{-9}$	$8{,}97 \cdot 10^{-6}$
10	$6{,}89 \cdot 10^{-4}$	$2{,}17 \cdot 10^{-3}$	$3{,}37 \cdot 10^{-6}$	$2{,}86 \cdot 10^{-3}$
11	$1{,}41 \cdot 10^{-7}$	$8{,}69 \cdot 10^{-6}$	$5{,}38 \cdot 10^{-10}$	$8{,}83 \cdot 10^{-6}$
12	$3{,}53 \cdot 10^{-4}$	$2{,}17 \cdot 10^{-3}$	$1{,}34 \cdot 10^{-6}$	$2{,}52 \cdot 10^{-3}$

Установленные суммарные уровни риска характеризуются как пренебрежимо малые, не отличающиеся от обычных, повседневных рисков (уровень *De minimis*) ($\leq 1 \cdot 10^{-6}$), либо как предельно допустимый риск ($1 \cdot 10^{-6}$–$1 \cdot 10^{-4}$) для сценариев при поступлении *L. monocytogenes* на уровне гигиенических нормативов стран Таможенного союза и как неприемлемые для населения, требующие разработки и проведения плановых мероприятий по их снижению ($1 \cdot 10^{-4}$–$1 \cdot 10^{-3}$), или неприемлемые для населения (уровень *De manifestis*), требующие проведении экстренных мероприятий по снижению риска ($\geq 1 \cdot 10^{-3}$) на уровне норм Комиссии Кодекс Алиментариус и Европейского союза. Высокие уровни риска формируются за счет поступления *L. monocytogenes* с овощами для взрослого населения и дополнительно с молочными продуктами для беременных и кормящих женщин.

При оценке неопределенности результатов следует отметить, что к переоценке риска листериоза могло привести предположение, что количество *L. monocytogenes* во всех пищевых продуктах находится на верхнем пределе допустимого содержания, что овощи и молочные продукты употребляются без предварительной тепловой обработки, снижающей содержание в них *L. monocytogenes*. Как к переоценке, так и к недооценке риска могло привести использование моделей «экспозиция – ответ», разработанных для отдельных продуктов, и экстраполяции зависимостей на группу пищевых продуктов. Недооценка риска могла быть следствием недостаточно точного учета случаев заболеваний листериозом, особенно отсутствия учета бессимптомных форм и легких случаев, а также неполной информации о вероятности возникновения листериоза у ряда наиболее чувствительных контингентов населения, например, у лиц с нарушением иммунного статуса. Следует принять во внимание наличие информации о возникновении заболевание при экспозиции 10 КОЕ *L. monocytogenes*/г.

Таким образом, проведение оценки риска возникновения листериоза при экспозиции на уровне гигиенических нормативов стран Таможенного союза (отсутствие *L. monocytogenes* в 25 г пищевых продуктов) позволило установить риск для здоровья не выше предельно допустимого. Принятие нормативов Комиссии Кодекс Алиментариус и Европейского союза (100 КОЕ *L. monocytogenes*/г при обращении на рынке) может привести к недопустимым уровням риска как для населения Российской Федерации в целом, так и для наиболее чувствительных групп.

Оценка риска здоровью на основе моделирования влияния остаточного количества тетрациклина

Апробация методических подходов к оценке риска здоровью, связанного с потреблением пищевых продуктов, содержащих химические контаминанты, с использованием моделирования представлена в работе группы авторов под руководством Н.В. Зайцевой [Зайцева Н.В. и др., 2012], целью которой была оценка риска здоровью на основе моделирования влияния остаточного количества тетрациклина в пищевых продуктах на возникновение нарушений баланса кишечных микроорганизмов и ассоциированных с ним заболеваний желудочно-кишечного тракта.

Для достижения цели исследования была выполнена постановка задачи моделирования, опирающаяся на известные результаты микробиологических исследований. В основе модели лежат данные ВОЗ, согласно которым установлены минимальные концентрации, при которых тетрациклин ингибирует 50 и 90 % бактерий – Mic 50, Mic 90.

В научных исследованиях, посвященных изучению патогенетических процессов в кишечнике, представлены материалы по частоте нарушений баланса микроорганизмов различной степени при различных заболеваниях (табл. 10.3.2).

Таблица 10.3.2

Частота нарушений баланса микрофлоры кишечника при различных заболеваниях (пример)

Группа (код МКБ-10)	Отсутствие нарушений	1-я степень, %	2-я степень, %	3-я степень, %
СРК с диареей (K58.0)	0	37,8	35,1	27,0
СРК без диареи (K58.9)	0	18,6	45,8	35,6
Запор (K59.0)	0	21,2	24,2	54,5
ВЗК (K50-K51)	0	0,00	43,7	56,30

В табл. 10.3.3 представлен состав нормальной микрофлоры и данные минимальных ингибирующих концентраций Mic 50, Mic 90 тетрациклина.

Таблица 10.3.3

Значения MIC 50, MIC 90 тетрациклина в отношении микрофлоры кишечника человека (пример)

Вид бактерий	Доля в нормальной микрофлоре кишечника, %	Mic 50, мкг/мл	Mic 90, мкг/мл
Бифидобактерии spp.	85	16	32
Бактероиды spp.	4,99	1	32
Клостридии spp.	0,01	0,062	32
Фузобактерии spp.	2	0,125	–
Лактобактерии	4	2	2
Пептострептококки	2	2	32
E. Coli (кишечная палочка)	1	32	64
Факультативная флора	1	–	–

При расчете промежуточных значений минимальных ингибирующих концентраций была использована модель, предложенная в работе А. Фазиля и основанная на бета распределении Пуассона (10.3.2):

$$p_i = \left(1-(1+\alpha C)^{-\beta}\right)\cdot 100\ \%, \qquad (10.3.2)$$

где p_i – процент ингибируемых бактерий i-го вида,

C – концентрация тетрациклина в кишечнике,

α, β – параметры модели.

Результаты оценок параметров по каждому виду бактерий кишечной микрофлоры приведены в табл. 10.3.4.

Таблица 10.3.4

Параметры моделей влияния концентрации тетрациклина на ингибирование бактерий кишечной микрофлоры (пример)

Вид бактерий	α	β
E. Coli (кишечная палочка)	0,00024	148,4
Бифидобактерии spp.	0,00048	148,4
Бактероиды spp.	3,09	0,5
Клостридии spp.	0,01	4,56
Фузобактерии spp.	0,68	14,27
Лактобактерии	0,0078	148,4
Пептострептококки	0,89	0,68

На рис. 10.3.1 представлены модели зависимости процента ингибирования от концентрации тетрациклина для различных бактерий.

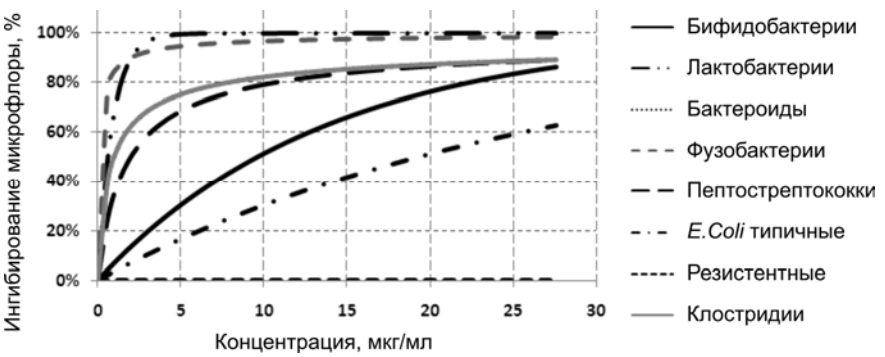


Рис. 10.3.1. Модели зависимости процента ингибирования от концентрации тетрациклина для различных бактерий

Из рис. 10.3.1 видно, что существует вариабельность чувствительности различных бактерий, содержащихся в кишечнике, к тетрациклину. Следовательно, есть основания утверждать, что увеличение содержания тетрациклина в кишечнике приводит к изменению соотношения между различными видами бактерий. При этом, исходя из результатов исследований, в которых описан рост факультативной микрофлоры при угнетении облигатных видов микроорганизмов, можно выполнить моделирование процессов изменения состава микрофлоры под действием тетрациклина на основе балансовых соотношений.

При моделировании влияния тетрациклина на состояние микрофлоры в кишечнике использовалось уравнение баланса микроорганизмов в виде (10.3.3):

$$\sum_i n_i = \text{const} = N, \tag{10.3.3}$$

где n_i – количество бактерий i-го вида,

N – общая численность микрофлоры.

Так как угнетение одних бактерий приводит к росту других бактерий, происходит изменение баланса микрофлоры. Другими словами, на основе (10.3.3) можно составить соотношение целостности общего количества бактерий в виде (10.3.4):

$$\sum_i \frac{n_i}{N} \cdot 100\ \% = \sum_i \lambda_i \cdot 100\ \% = 100\ \%, \tag{10.3.4}$$

где $\lambda_i = \dfrac{n_i}{N}$ – относительная численность кишечной микрофлоры i-го вида.

На основе балансового уравнения (10.3.3) с учетом модели влияния тетрациклина на ингибирование бактерий различного вида был выполнен расчет относительного состава кишечной микрофлоры в зависимости от концентрации тетрациклина по соотношению (10.3.5):

$$\lambda_i(C) = \frac{\lambda_i(0)\big(1 - p_i(C)\big)}{\sum_i \lambda_i(0)(1 - p_i(C))}. \tag{10.3.5}$$

Результаты расчетов представлены на рис. 10.3.2.

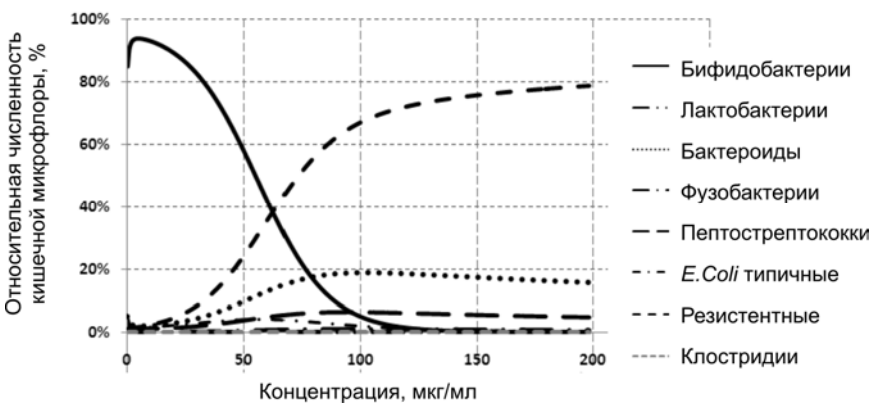


Рис. 10.3.2. Зависимость относительной численности кишечной микрофлоры (%) от концентрации тетрациклина

Закономерности изменения состава микрофлоры в условиях подавления роста одних бактерий и замещения их другими, резистентными к тетрациклину, приведены на рис. 10.3.2. Так, при увеличении концентрации тетрациклина относительная численность бифидобактерий падает, достигая 1 %. При этом развивается факультативная, резистентная к тетрациклину флора, которая при увеличении концентрации может достигать до 79 % численности всей бактериальной флоры.

В качестве контингента риска были выбраны дети в возрасте 1–11 лет с чувствительной к тетрациклину микрофлорой кишечника, составляющие до 70 % всего детского населения.

На этапе оценки экспозиции были разработаны четыре сценария экспозиции. Каждый сценарий учитывал данные о среднем суточном потреблении пищевых продуктов животного происхождения детским населением Российской Федерации и зна-

чения МДУ тетрациклина, принятые в РФ (сценарий 1), максимальные остаточные уровни (MRL) тетрациклина, рекомендованные WHO (1990) (сценарий 2), FAO/WHO (1998) (сценарий 3) и принятые в США (сценарий 4).

Полученные значения максимального суточного поступления тетрациклина в детский организм в условиях исследуемых сценариев экспозиции с учетом средней массы тела (20 кг) представлены в табл. 10.3.5.

Таблица 10.3.5

Значения максимального суточного поступления тетрациклина для исследуемых сценариев экспозиции (пример)

Параметр	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3	Сценарий 4
Максимальное суточное поступление, мкг/кг	3,2	89,4	160,3	360,95

С учетом средней массы содержимого кишечника детей (50 г) рассчитаны концентрации тетрациклина в желудочно-кишечном тракте для условий четырех вариантов экспозиции (табл. 10.3.6).

Таблица 10.3.6

Концентрации тетрациклина в желудочно-кишечном тракте детей для исследуемых сценариев экспозиции (пример)

Параметр	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3	Сценарий 4
Концентрация тетрациклина в желудочно-кишечном тракте, мкг/г	0,069	1,79	3,2	7,2

Таким образом, концентрация тетрациклина в желудочно-кишечном тракте детского населения для четырех исследуемых сценариев экспозиции варьировалась от 0,069 мкг/г (сценарий 1) до 7,2 мкг/г (сценарий 4).

На этапе характеристики риска установлено, что риск развития нарушения баланса микрофлоры кишечника у детей, связанного с поступлением тетрациклинов с пищевыми продуктами, отсутствует только при их концентрации на уровне не более 10 мкг/кг (сценарий 1) (табл. 10.3.7). Соответственно, данная концентрация тетрациклина в пищевых продуктах не создает риска развития ассоциированных с нарушением баланса микрофлоры кишечника заболеваний.

Таблица 10.3.7

Баланс микрофлоры кишечника детей при различных сценариях поступления тетрациклинов с пищевой продукцией, % от общего количества бактерий (пример)

Вид бактерий	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3	Сценарий 4
Бифидобактерии spp.	89,58	78,99	71,37	53,44
Бактероиды spp.	2,74	1,17	0,91	0,62
Клостридии spp.	0,006	0,002	0,002	0,002
Фузобактерии spp.	0,64	0,11	0,07	0,04
Лактобактерии	2,79	0,38	0,08	0,00
Пептострептококки	0,96	0,52	0,40	0,26
E. Coli (кишечная палочка)	0,99	0,93	0,88	0,76
Факультативные бактерии	2,29	17,9	26,28	44,87

Учитывая частоту заболеваний, ассоциированных с нарушением баланса микрофлоры кишечника у детей, и заболеваемости детского населения в модельном регионе Российской Федерации индивидуальный риск болезней органов пищеварения (K58.0, K59.0, K59.9, K29.8, K29.9) составит от 0,000081 до 0,001238. Кроме того, нарушение баланса микрофлоры кишечника может обусловить дополнительный риск у детей анемии, дерматитов, аллергии и иммунодефицитных состояний (табл. 10.3.8).

Таблица 10.3.8

Индивидуальный риск дополнительной заболеваемости для различных степеней нарушений баланса микрофлоры (пример)

Группа (код МКБ-10)	1 степень	2 степень	3 степень	Всего
СРК с диареей (K58.0)	0,000016	0,000033	0,000032	0,000081
Запор (K59.0)	0,000133	0,000032	0	0,000165
Функциональное нарушение кишечника неуточненное (K59.9)	0,000025	0,000094	0,000007	0,000126
Железодефицитная анемия (D50)	0,001012	0,000796	0,001372	0,00318
Другие атопические дерматиты (L20.8)	0,000334	0,000206	0,000725	0,001265
Дуоденит (K29.8, K29.9)	0,000452	0,000325	0,000461	0,001238
Пищевая аллергия (T78.0, T78.1, T78.4)	0,000012	0,000030	0,000149	0,000191
Общий вариабельный иммунодефицит неуточненный (D83.9)	0	0,000010	0,000013	0,000023

В ходе проведения исследования были оценены и возможные неопределенности, включающие:

– обусловленные отсутствием или неполнотой информации;

– связанные с параметрами, используемыми для оценки экспозиции и расчета рисков (неопределенность параметров);

– обусловленные пробелами в научной теории, необходимой для предсказания на основе причинных связей (неопределенности модели).

К первой относятся недостаточно полная информация о возможных эффектах при хроническом воздействии тетрациклинов на организм человека, неопределенности, связанные с переносом данных экспериментов на животных и *in vitro* на человека, вариабельность микрофлоры в кишечнике с учетом ее устойчивости к внешним воздействиям.

Ко второй категории можно отнести неопределенности, связанные с потреблением пищевых продуктов. Например, в Российской Федерации имеется тенденция к увеличению доли мясных и молочных продуктов в рационе населения. Отсутствуют достоверные прогнозные оценки содержания тетрациклинов в продуктах питания. К неопределенностям моделей следует отнести и ограниченное количество данных исследований, по результатам которых вычислялись параметры моделей. Величины этих параметров могут варьироваться в популяции, неточность в их определении может определяться использованием обобщенных, усредненных данных для больших популяций. Применение стандартных величин увеличивает неопределенности оценок экспозиции и риска, степень которых характеризуется на основе анализа чувствительности параметров. Кроме того, неопределенности таких параметров, как допустимые суточные дозы, связаны с применением модифицирующих факторов или необоснованным отказом от их использования.

Неопределенности третьей категории обусловлены недостаточно полным представлением о закономерностях формирования нарушений баланса микрофлоры и связанных с этим нарушений здоровья населения.

В целом неопределенность результатов исследования следует охарактеризовать как высокую. При этом безопасность для здоровья населения может быть обеспечена в ближайшее время при помощи применения факторов неопределенно-

сти при установлении гигиенических нормативов с их корректировкой в дальнейшем на основании результатов эпидемиологических исследований.

Таким образом, у детей при возникновении дисбаланса кишечной микрофлоры, а именно за счет подавления роста чувствительных бактерий и роста резистентной флоры на фоне сохраняющейся бактерицидной активности по отношению к облигатной анаэробной флоре (бифидобактерии, бактериоиды, клостридии, фузобактерии, пептострептококки, лактобактерии), обусловленного остаточными концентрациями тетрациклина в пищевых продуктах более 10 мкг/кг, увеличивается риск болезней органов пищеварения до уровня 0,000461, дерматитов до 0,000725, пищевой аллергии до 0,000149, болезней крови до 0,001372. Увеличение риска заболеваемости детского населения Российской Федерации болезнями системы пищеварения может составить до 4 % случаев, болезнями крови – до 8 % случаев, болезнями кожи – до 0,9 % случаев, аллергических заболеваний – до 0,1 % случаев.

Ractопамин гидрохлорид

Оценка риска здоровью населения при поступлении ractопамина гидрохлорида с пищевой животноводческой продукцией отражена в одноименных материалах [Зайцева Н.В. и др., 2013а], а также в публикациях по оценке риска ractопамина при его поступлении с пищевыми продуктами [Онищенко Г.Г. и др., 2013].

На этапе идентификации опасности установлено, что ractопамина гидрохлорид относится к классу фенетаноламинов, фармакологически классифицируется как фенэтаноламиновый агонист β-адренорецепторов. По своему физиологическому действию он является стимулятором в первую очередь β_2-адренорецепторов, находящихся в бронхах, скелетных мышцах, сердце, сосудах, центральной нервной системе, матке и других органах.

Идентификация опасности ractопамина произведена на базе доступных в научной литературе результатов различных исследований, в том числе данных о фармакокинетике, биотрансформации, острой и краткосрочной токсичности, фетотоксичности, тератогенности и генотоксичности, а также результатов ограниченного числа исследований, проведенных на людях.

Группой экспертов Европейского бюро по безопасности пищи [EFSA J., 2009] было высказано мнение, что при определении остаточных количеств ractопамина в мясе необходимо учитывать сумму всех его растворимых и нерастворимых метаболитов, а не только свободного ractопамина. Это связано с тем, что при поступлении в кишечник человека конъюгированные с глюкуроновой кислотой формы ractопамина могут гидролизоваться под действием β-глюкуронидаз кишечной микрофлоры с образованием свободного ractопамина, который способен далее всасываться и оказывать свое действие.

Существующие аналитические методы идентификации ractопамина в мясных продуктах, базирующиеся на использовании иммуноферментного анализа (ELISA), позволяют выполнять его количественное определение во всем диапазоне предлагаемых допустимых остаточных количеств с запасом по чувствительности (1 мкг/кг в моче [Joint FAO / WHO Expert Committee on Food Additives, 2004], 0,2 мкг/кг – в тканях животных репродуктивного возраста [Alemanno A. et al., 2012]).

На этапе характеристики опасности было установлено, что токсикологическая оценка ractопамина в экспериментах на животных не позволила сделать однозначных выводов о недействующих уровнях. В экспериментах на мышах, крысах, собаках и обезьянах при перорально введенных дозах от 2 до 568 мкг/кг массы тела регистрировали дозозависимое увеличение общего числа эритроцитов, концентрации гемоглобина и парциального объема эритроцитов, частоты сердечных сокращений и амплитуды сокращений левого желудочка сердца, снижение систолического и диастолического артериального давления, покраснение (эритему) кожи живота у собак [EFSA J. 2009, Joint FAO / WHO Expert Committee on Food Additives, 2004]. Масса семенников снижалась, и наблюдались изменения в размере и гистопатологической картине бурой жи-

ровой ткани. На основании результатов исследований предложено считать максимальную недействующую доз (NOAEL) рактопамина в диапазоне от 25 до 2 мкг/кг массы тела [EFSA J. 2009], в том числе в качестве недействующего уровня (NOEL) рекомендована величина 0,224 мг/кг в сутки, несмотря на то что брадикардия была зафиксирована при всех дозах. Вместе с тем в ряде исследований отмечено, что NOAEL не могла быть корректно установлена, поскольку эффекты (брадикардия у собак, уменьшение массы яичек у самцов лабораторных животных) наблюдались и при минимальной экспозиции. Критическим эффектом воздействия рактопамина при кратковременном воздействии целесообразно считать снижение массы яичек у самцов, так как для этого эффекта не была установлена недействующая доза.

При длительном использовании в терапевтических дозах препаратов β-агонистов установлена возможность развития следующих вредных эффектов: тахикардия, вазодилатация, тремор мышц, нервозность, нарушения метаболизма, снижение чувствительности β-адренорецепторов. Данные эффекты фармакологически прогнозируемы и дозозависимы. Нефармакологические эффекты включают повышенную реактивность дыхательных путей. При этом основной группой негативных эффектов следует считать нарушение функций сердечно-сосудистой системы. Применительно к рактопамину фармакодинамическое действие у людей было оценено в единственном исследовании на молодых мужчинах-добровольцах, в результате которого NOEL была установлена равной 67 мкг/кг массы тела в сутки. С учетом введения 50-кратного коэффициента запаса была выведена допустимая суточная доза (ADI, ДСД), равная 1 мкг/кг массы тела в сутки.

Установление допустимой суточной дозы по результатам этого исследования было подвергнуто критике со стороны научных учреждений стран Европейского союза, России, Китая. В ходе оценки материалов, проведенной Европейским управлением безопасности пищевых продуктов (EFSA), установлен ряд недостатков при обосновании ДСД. В частности, не были приняты во внимание результаты некоторых исследований на животных, в которых не удалось установить недействующий уровень, отмечали недостатки дизайна исследования для установления ДСД, в том числе его недостаточную мощность.

На этапе оценки зависимости «экспозиция – эффект» При оценке риска здоровью, связанного с поступлением остаточных количеств рактопамина с пищевыми продуктами, рекомендуемых Комиссией Кодекс Алиментариус, проведенной в Российской Федерации с учетом структуры и специфики питания населения, в качестве исходной информации для формирования модели зависимости «экспозиция – эффект» для расчета уровня канцерогенного риска использовали данные о развитии лейомиомы матки в эксперименте на мышах. Установлено, что канцерогенный риск будет соответствовать приемлемому уровню.

В отношении неканцерогенного воздействия моделирование зависимости «экспозиция – эффект» проводилось на основании информации, приведенной в докладах ФАО/ВОЗ и европейских экспертов. В качестве базовой применяли эволюционную модель накопления риска нарушений функций сердечно-сосудистой системы [Трусов В.П. и др., 2012] в соответствии с методическими рекомендациями «Количественная оценка неканцерогенного риска при воздействии химических веществ на основе построения эволюционных моделей» [МР 2.1.10.0062-12]. В соответствии с указанным документом при моделировании строили рекуррентное соотношение накопления риска функциональных нарушений для сердечно-сосудистой системы с заданным начальным значением риска R_0 (10.3.6):

$$R_{t+1} = R_t + (\alpha \cdot R_t + \beta \cdot D) \cdot C, \qquad (10.3.6)$$

где R_{t+1} – риск развития нарушений в момент времени (t + 1); R_t – риск развития нарушений в момент времени t; (α = 0,0835) – коэффициент эволюции риска за счет естественных причин; β – коэффициент воздействия рактопамина; C – временной

эмпирический коэффициент (для суточного осреднения C = 0,00274); D – доза рактопамина (мкг/кг).

При построении рекуррентного соотношения накопления риска функциональных нарушений для сердечно-сосудистой системы под воздействием рактопамина, поступающего с мясопродуктами, принимали во внимание его токсикокинетику (снижение содержания в организме в течение суток на 85 %) (рис. 10.3.3), а в качестве маркерного эффекта рассматривали увеличение частоты сердечных сокращений.

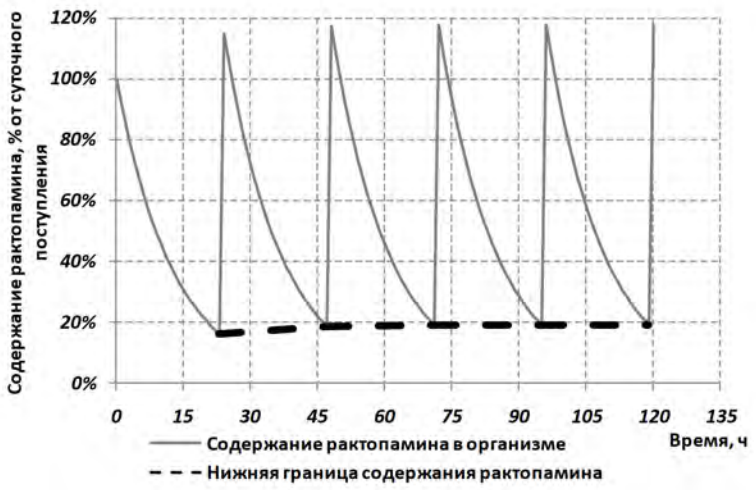


Рис. 10.3.3. Изменение содержания рактопамина при ежесуточном поступлении (пример)

Окончательный вид и параметры рекуррентного уравнения для нижней границы уровня воздействия рактопамина на функции сердечно-сосудистой системы представлены формулой (10.3.7) с начальным условием R_0 = 0,001359:

$$R_{t+1} = R_t + (0{,}0835 \cdot R_t + 0{,}191 \cdot 1{,}17 \cdot 0{,}15 \cdot D) \cdot 0{,}00274. \qquad (10.3.7)$$

Полученное рекуррентное уравнение являлось основой для построения кривой эволюции риска нарушений функций сердечно-сосудистой системы под воздействием дозы D рактопамина (расчетный риск) и сопряженной с ней кривой без учета влияния рактопамина (B = 0) (фоновый риск).

Оценка пожизненного риска здоровью выполнялась для условия поступления рактопамина в течение 70 лет для двух сценариев: содержание рактопамина в количествах, рекомендуемых Комиссией Кодекс Алиментариус в качестве МДУ, и на уровне предела количественного определения рактопамина в мясопродуктах. В результате моделирования нарушения функций сердечно-сосудистой системы, представленных на рис. 10.3.4, 10.3.5, установлено, что при реализации 1-го сценария приведенный риск нарушения функций сердечно-сосудистой системы составит 0,47, что, в соответствии с МР 2.1.10.0062-12, классифицируется как неприемлемый риск.

При оценке риска по 2-му сценарию приведенный риск нарушения функций сердечно-сосудистой системы составит 0,141, что, в соответствии с МР 2.1.10.0062-12, также классифицируется как неприемлемый вариант. Кроме того, этот уровень риска может привести к сокращению прогнозируемой продолжительности жизни за счет дополнительных случаев заболеваний сердечно-сосудистой системы (болезней, характеризующихся повышенным артериальным давлением, атеросклеротической болезни сердца).

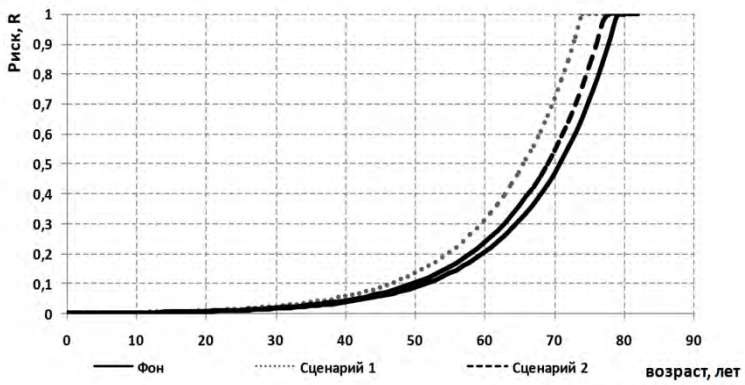


Рис. 10.3.4. Риск нарушений функций сердечно-сосудистой системы (пример)

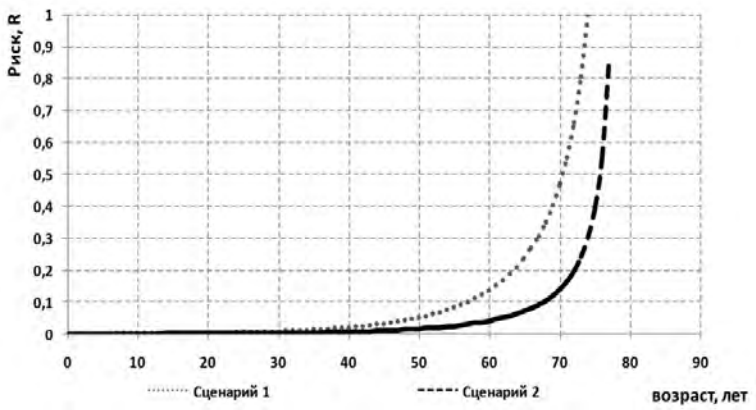


Рис. 10.3.5. Приведенный индекс риска нарушений функций сердечно-сосудистой системы (пример)

К неопределенностям результатов оценки риска следует отнести недостаточно полную информацию о возможных эффектах при хроническом воздействии рактопамина на организм человека (в особенности на наиболее чувствительные группы населения); неопределенности, связанные с потреблением пищевых продуктов. К неопределенностям моделей также следует отнести и ограниченное число подобных исследований. Ряд неопределенностей обусловлен недостаточно полным представлением о закономерностях формирования нарушений функций сердечно-сосудистой системы под воздействием рактопамина и связанных с этим нарушений здоровья населения.

Нитраты

Различия в отечественных гигиенических нормативах и стандартах безопасности пищевых продуктов и нормативах других стран существуют не только для остаточных количеств ветеринарных препаратов. В связи с этим инициирован процесс обоснования гигиенических нормативов содержания химических веществ в пищевых продуктах. Одним из наиболее распространенных в них контаминантов являются нитраты.

Основными источниками поступления нитратов экзогенно являются овощи (70 %), вода (20 %) и другие продукты питания (6 % – с мясом и консервированными продуктами), кроме того, нитраты образуются и эндогенно [Lundberg J.O. et al., 2004, 2008].

При поступлении с пищей и водой нитраты быстро всасываются в желудочно-кишечном тракте [Spiegelhalder B. et al., 1976; Turek B. et al., 1980; Ellen G. et al., 1982; Lidder S. et al., 2013, Karwowska M., 2020; Cheng-Jin Cheng et al., 2021], при этом около 20 % нитратов, содержащихся в плазме крови, поступает в слюнные железы, где происходит их концентрация, и далее они секретируются со слюной. В полости рта под воздействием микроорганизмов происходит снижение содержания нитратов за счет их превращения в нитриты (примерно на 5–7 %, по некоторым данным – на 7–9 %) [Colbers E.P.H. et al., 1996; WHO Food additives series: 50 nitrate]. В желудке нитраты под воздействием соляной кислоты могут участвовать в синтезе нитрозаминов и других метаболитов.

Токсичные свойства нитартов / нитритов являются результатом окисления ионов железа Fe2+ молекулы диоксигемоглобина до Fe3+ с образованием в результате метгемоглобина, не способного связываться и транспортировать кислород. В зависимости от доли метгемоглобина различаются и клинические проявления заболевания, включающие цианоз, нарушение ритма сердечных сокращений, нарушение кровоснабжения органов и тканей, нарушения со стороны ЦНС [ATSDR, 2017]. По данным T.T. Mensinga et al. [Mensinga T.T. et al., 2003], фоновый уровень содержания метгемоглобина составляет 1–3 %, при 10 % нарушается транспорт кислорода клетками крови, при 20 % наблюдается развитие цианоза и гипоксии, повышение содержания метгемоглобина до 50–70 % вызывает смерть [Fan A.M. et al., 1987; NRC, 1981; IPCS, 2006].

Острые эффекты от воздействия нитратов наблюдаются в основном у детей, что связывается с рядом факторов, включающих более высокие уровни потребления жидкости на кг массы тела, повышенный риск развития кишечных инфекций, более высокую склонность гемоглобина у детей, нежели гемоглобина у взрослых, к окислению, несовершенства желудочно-кишечного тракта, приводящие к повышению *pH* желудка, что, в свою очередь, создает благоприятную среду для нитратвосстанавливающей микрофлоры и восстановления нитратов до нитритов, кроме того, наличие у детей раннего возраста менее активной, в сравнении с более старшими детьми и взрослыми, метгемоглобинредуктазы, а следовательно, ее способность метаболизировать излишки метгемоглобина, также ниже [Winton E. et al., 1971; NRC, 1981; Kross B.C. et al., 1992; Savino F. et al., 2006].

Другая группа, имеющая предрасположенность в силу изменения физиологического статуса к развитию метгемоглобинемии, включает беременных женщин, взрослых со сниженной кислотностью желудка, а также взрослых с низким уровнем метгемоглобинредуктазы [NRC, 1981].

Хроническое воздействие нитратов связано с образованием нитрозосоединений, многие из которых обладают канцерогенным потенциалом [Public Health Goals, 1997].

Допустимые уровни содержания нитратов в продуктах питания для стран Таможенного союза установлены в соответствии с ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» для 24 наименований пищевой продукции, в том числе для питания беременных и кормящих женщин, детей раннего возраста, школьников и дошкольников [ТР ТС 021/2011]. Для стран ЕС нормирование содержания нитратов в продуктах питания проводится в соответствии с Регламентом комиссии (ЕС) № 1881/2006, устанавливающим максимальные уровни некоторых контаминантов в пищевых продуктах, причем численные значения допустимых уровней содержания нитратов установлены только для шпината, некоторых видов салата латук и детского питания в общем. В соответствии с основным документом Комиссии Кодекс Алиментариус, содержащим требования к допустимым уровням содержания контаминантов в пище – CODEX STAN 193-1995, содержание нитратов в пищевых продуктах не нормируется [Codex Stan 193-1995; FAO/WHO, 2023].

Допустимая суточная доза для нитратов 0–3,7 мг/кг массы тела была установлена в 1990 г., для нитритов – 0–0,06 мг/кг массы тела в 1997 г. В 2002 г. значения допустимых суточных доз подверглись очередному пересмотру, и для нитратов был сохранен уровень от 0 до 3,7 мг/кг массы тела, для нитритов установлен – 0–0,07 мг/кг массы тела [FAO/WHO, 2003; Bagheri, H. et al.; 2016].

Отдельное внимание необходимо уделить вопросу безопасности нитратов для детей первых лет жизни. Так, Европейским агентством по безопасности пищевых продуктов (EFSA) было отмечено, что при потреблении нитратов с водой детьми старше трех месяцев жизни в количестве, не превышающем 15 мг/кг/массы тела в сутки, не происходит образования метгемоглобина. Установлена рекомендуемая суточная доза потребления овощей для детей – 200 г/сут. Данная величина была установлена из расчета массы тела ребенка 20 кг и уровня потребления нитратов от 2 до 12 мг/кг массы тела в сутки. При проведении расчетов не брались во внимание факторы, снижающие содержание нитратов в пищевых продуктах. Таким образом, допустимое суточное потребление нитратов для детей массой тела 20 кг составляет 74 мг/ребенка/сут [Guérin, T., 2010].

В рамках обоснования risk-based нормативов нитратов на основании опубликованных результатов исследований были построены экспоненциальные модели зависимости возникновения неканцерогенного (10.3.8) (развитие метгемоглобинемии, выраженное в процентах метгемоглобина от общего объема гемоглобина) [Shuval H.I., Gruener N., 1972; Cook E.J. et al., 2020] и канцерогенного (10.3.9) [IARC, 2023] ответов от уровня поступления нитратов с продуктами питания растительного происхождения. При моделировании вероятности возникновения метгемоглобинемии учитывался факт превращения 8 % нитратов, поступающих с продуктами питания, в нитриты.

$$y = 1 - e^{0,000639x}, \qquad (10.3.8)$$

$$y = 1 - e^{1,44E\text{-}07x}, \qquad (10.3.9)$$

где y – процент метгемоглобина в крови;

x – количество поступившего в организм нитрата (мг/человек/день).

Оценка экспозиции проводилась на основе рекомендуемого и фактического среднесуточного потребления пищевых продуктов растительного происхождения в РФ и допустимых уровней содержания в них нитратов, используемых в странах Таможенного союза.

Рекомендуемые и фактические уровни потребления овощных продуктов и картофеля различными группами населения Российской Федерации представлены в табл. 10.3.9.

Таблица 10.3.9

Уровни потребления овощных продуктов и картофеля различными группами населения Российской Федерации (пример)

Продукт	Рекомендуемый уровень потребления, г/сут	Фактический уровень потребления, г/сут*			
		Возрастные группы			
		от 1 до 11 лет	от 11 до 18 лет	от 18 до 60 лет	старше 60 лет
1	2	3	4	5	6
Арбузы	54,8**	2,85	6,24	6,20	9,02
Дыни	54,8**	0,09	0,68	0,85	0,71
Картофель (в том числе замороженный)	211	111,40	153,70	179,35	167,03
Капуста белокочанная, краснокочанная	87,7–137	16,64	26,23	31,94	28,92
Капуста салатных сортов	8,2–13,7	0,53	0,61	0,96	0,79
Морковь	16,4–27,4	10,78	13,95	16,49	15,57
Свекла	13,7–27,4	6,44	10,41	13,39	12,97
Помидоры	68,5–87,7	8,82	17,44	26,52	26,87
Огурцы	27,4–35,6	1,91	1,47	3,35	2,64
Лук репчатый	16,4–27,5	13,16	20,56	24,72	20,68

Окончание табл. 10.3.9

1	2	3	4	5	6
Лук-перо		0,37	0,98	1,24	0,96
Перец сладкий	2,7–8,2	1,04	3,01	4,58	2,98
Кабачки, патиссоны	5,5–8,2	0,90	1,07	3,05	8,46
Баклажаны	5,5–8,3	0,08	0,25	0,51	1,28
Чеснок		0,07	0,12	0,25	0,28
Кукуруза	13,7–21,9***	0,38	0,14	0,03	0,00
Салаты	–	0,29	0,21	0,46	0,58
Редис	–	0,02	0,00	0,07	0,27
Листовые овощи (укроп, петрушка, сельдерей, кинза и др.)	–	0,19	0,24	0,43	0,23
Овощи соленые, маринованные, квашенные	–	7,65	13,77	16,37	14,64
Другие столовые корнеплоды (указать)	–	0,78	1,34	1,80	1,99
Консервы овощные	–	1,53	1,46	3,28	1,78
Соки овощные	–	2,01	4,50	3,18	2,11

Примечание:

* – результаты эпидемиологических исследований индивидуального потребления пищевых продуктов различными группами населения, полученные ФГБУ «НИИ питания» РАМН при репрезентативной российской выборке более 10 000 человек;

** – общее потребление арбуза и дыни;

*** – общее потребление кукурузы и зеленого горошка.

Допустимые значение поступления нитратов с различными продуктами питания растительного происхождения в странах Таможенного союза представлены в табл. 10.3.10.

Таблица 10.3.10

Допустимые значения поступления нитратов с различными продуктами питания растительного происхождения [ТР ТС 021/2011]

Группа продуктов	Допустимые уровни нитратов (РФ), мг/кг
1	2
Картофель	250
Капуста белокочанная ранняя (до 1 сентября)	900
Капуста белокочанная поздняя	500
Морковь ранняя (до 1 сентября)	400
Морковь поздняя	250
Томаты	150
	300 (защищенный грунт)
Огурцы	150
	400 (защищенный грунт)
Свекла столовая	1400
Лук репчатый	80
Лук перо	600
	800 (защищенный грунт)
Листовые овощи (салаты, шпинат, щавель, капуста салатных сортов, петрушка, сельдерей, кинза, укроп и т.д.)	2000
Перец сладкий	200
	400 (защищенный грунт)

Окончание табл. 10.3.10

1	2
Кабачки	400
Арбузы	60
Дыни	90
Салат латук свежий	
– выращенный в защищенном грунте с 1 октября по 31 марта	4500
– выращенный в незащищенном грунте с 1 октября по 31 марта	4000
– выращенный в защищенном грунте с 1 апреля по 30 сентября	3500
– выращенный в незащищенном грунте с 1 апреля по 30 сентября	2500
Салат латук айсбергового типа	
– выращенный в защищенном грунте	2000
– выращенный в незащищенном грунте	2500
Консервы мясорастительные с овощами	200
БАД на основе водорослей	1000
Продукты для питания беременных и кормящих женщин: продукты на плодовоовощной основе (фруктовые, овощные соки, нектары и напитки, морсы):	
– на овощной и фруктово-овощной основе	200
– на фруктовой основе	50
Продукты для питания детей раннего возраста: продукты на плодоовощной основе, плодоовощные консервы (фруктовые, овощные и фруктово-овощные соки, нектары и напитки, морсы, пюреобразные продукты на фруктовой и (или) овощной основе, фруктово-молочные и фруктово-зерновые пюре):	
– на фруктовой основе (за исключением содержащих бананы и клубнику)	50
– на овощной и фруктово-овощной основе, а также содержащие бананы и клубнику	200
Продукты для питания детей раннего возраста: мясорастительные консервы (растительно-мясные консервы); рыборастительные консервы	150
Продукты для питания дошкольников и школьников: – кулинарные изделия из рыбы и нерыбных объектов промысла; для продуктов, содержащих овощи	150
Фруктовые и овощные консервы (соки, нектары, напитки, морсы, пюреобразные продукты на фруктовой и (или) овощной основе, фруктово-молочные и фруктово-зерновые пюре, комбинированные продукты)	
– на фруктовой основе	50
– на овощной и фруктово-овощной основе, а также для содержащих бананы и клубнику	200
Основное сырье и компоненты, используемые при изготовлении продуктов детского питания:	
а) фрукты, овощи свежие, пюре-полуфабрикаты	
– свекла	600
– капуста	400
– овощи, бананы, клубника	200
– фрукты	50
б) соки фруктовые концентрированные асептического консервирования или быстрозамороженные	100

В ходе оценки экспозиции были сформированы пять сценариев, учитывающих поступление нитратов с продуктами питания растительного происхождения при рекомендуемом уровне поступления овощей и картофеля (максимальные значения диапазона) (сценарий 1), при среднем фактическом уровне потребления населением в возрасте от 1 до 11 лет (сценарий 2), в возрасте от 11 до 18 лет (сценарий 3), в возрасте от 18 до 60 лет (сценарий 4), в возрасте старше 60 лет (сценарий 5), и допустимые уровни содержания нитратов в овощах и картофеле, принятые в странах Таможенного союза.

Для разработанных сценариев было рассчитано возможное суточное поступление нитратов с овощами и картофелем (табл. 10.3.11).

Таблица 10.3.11

Возможное суточное поступление нитратов с овощами и картофелем (пример)

Параметр	Сценарий				
	1	2	3	4	5
Поступление нитратов, мг/сут	202,2	47,9	70,5	87,5	84,0

Расчет дозы нитратов для разработанных сценариев проводился с использованием стандартных значений средней массы тела для детей (22,6 кг), подростков (53 кг) и взрослых (60 кг). Полученные значения суточных доз нитратов, поступающих с продуктами растительного происхождения, представлены в табл. 10.3.12.

Таблица 10.3.12

Дозы нитратов, поступающих с продуктами растительного происхождения

Параметр	Сценарий				
	1	2	3	4	5
Доза нитратов, мг/кг/сут	3,4	2,1	1,3	1,5	1,4

По результатам моделирования зависимости «доза – ответ» были получены вероятные уровни содержания метгемоглобина для рассматриваемых пяти уровней экспозиции (табл. 10.3.13).

Таблица 10.3.13

Вероятные уровни содержания метгемоглобина для различных условий экспозиции нитратами (пример)

Сценарий	Поступление нитратов с продуктами питания растительного происхождения, мг/сут	Уровень метгемоглобина, %
1	202,2	1,03
2	47,9	0,24
3	70,5	0,36
4	87,5	0,45
5	84,0	0,43

Уровни содержания метгемоглобина для всех исследуемых сценариев находятся в диапазоне от 0,24 % (сценарий 2) до 1,03 % (сценарий 1).

С учетом того, что фоновый уровень метгемоглобина составляет от 1 до 3 %, а нарушения со стороны здоровья наблюдаются при уровнях более 10 %, результаты оценки риска здоровью допустимых уровней содержания нитратов в растениеводческой продукции показали отсутствие риска развития неканцерогенных эффектов (метгемоглобинемии), связанных с поступлением нитратов с продуктами растительного происхождения.

Результаты моделирования вероятности развития канцерогенных эффектов при поступлении нитратов с овощами и картофелем представлены в табл. 10.3.14.

Таблица 10.3.14

Уровни канцерогенного риска для различных условий экспозиции нитратами (пример)

Сценарий	Поступление нитратов с продуктами питания растительного происхождения, мг/сут	Уровень канцерогенного риска
1	202,2	$2{,}92 \cdot 10^{-5}$
2	47,9	$6{,}92 \cdot 10^{-6}$
3	70,5	$1{,}02 \cdot 10^{-5}$
4	87,5	$1{,}26 \cdot 10^{-5}$
5	84,0	$1{,}21 \cdot 10^{-5}$

Уровень канцерогенного риска для всех сценариев экспозиции находится на уровне предельно допустимого ($1 \cdot 10^{-6}$–$1 \cdot 10^{-4}$), при этом максимальный уровень канцерогенного риска был получен для сценария 1, учитывающего рекомендуемые нормы потребления продуктов питания растительного происхождения и допустимые значения содержания нитратов в этих продуктах ($2{,}92 \cdot 10^{-5}$).

Максимальные значения изменений, характеризующих неканцерогенные эффекты, связанные с поступлением нитратов с продуктами питания растительного происхождения, а также максимальный уровень канцерогенного риска наблюдались при сценарии экспозиции, учитывающем рекомендуемые нормы суточного потребления овощей и картофеля и допустимые значения содержания нитратов в растениеводческой продукции. В результате установлено, что повышение уровня метгемоглобина составит 1,03 %, а уровень канцерогенного риска – $2{,}92 \cdot 10^{-5}$, эти изменения рассматриваются как допустимые.

Таким образом, оценка гигиенических нормативов нитратов в продуктах растениеводства для стран Таможенного союза по критериям риска показала, что экспозиция как при рекомендуемом, так и при реальном уровнях потребления продуктов растительного происхождения не приведет к недопустимому риску для здоровья и обеспечит безопасность для здоровья населения Российской Федерации. Следовательно, в качестве risk-based нормативов целесообразно рассматривать максимально допустимые уровни содержания нитратов в пищевых продуктах растительного происхождения, установленные в Техническом регламенте Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Выбор приоритетных опасных непреднамеренно присутствующих химических веществ, поступающих с мясными и мясорастительными консервами, предназначенными для питания детей раннего возраста, с последующей их оценкой риска

Апробация методических подходов [Шур П.З. и др., 2021] для выбора приоритетных опасных непреднамеренно присутствующих химических веществ с применением дополнительных критериев выбора с последующей оценкой риска здоровью целевой группы потребителей осуществлена совместно с исследователями из России и Вьетнама на примере мясных и мясорастительных консервов, предназначенных для питания детей раннего возраста.

Идентификация опасности непреднамеренно присутствующих химических веществ проведена в 28 образцах мясных и мясорастительных консервов, предназначенных для питания детей в возрасте от шести месяцев до трех лет, реализуемых через торговые сети на территориях России и Вьетнама [Зайцева Н.В. и др., 2019а, Суворов Д.В. и др., 2023]. В соответствии с методическими рекомендациями МР 1.2.0228-20 качественный анализ непреднамеренно присутствующих химических веществ в исследуемых образцах выполнялся с использованием гибридного метода – газовой хроматографии и

масс-спектрометрии (ГХ/МС) на газовом хроматографе Agilent 7890 (USA) с квадрупольным масс-спектрометрическим детектором (MCD) 5975C.

Масс-спектрометрическое детектирование выполнялось в режиме полного сканирования (SCAN); в этих условиях регистрировались масс-спектры, по которым проводили идентификацию компонентов исследуемых образцов по их совпадению с библиотекой масс-спектров. Производилось непрерывное сканирование масс-спектров от 38 до 500 а.е.м. со скоростью 3,14 сканирований в секунду. Для расшифровки результатов масс-спектрометрического анализа образцов мясных и мясорастительных консерв использованы библиотеки масс-спектральных данных NIST 08.L (около 300 тыс. масс-спектров), WILEY275.L (около 450 тыс. масс-спектров) и PMW_TOX2.L для ручной идентификации.

Для автоматической идентификации использованы библиотеки AMDIS (программа Automated Mass Spectral Deconvolution and Identification System (AMDIS) автоматизированный поиск):

– идентификационная база загрязнителей природной среды Агентства США по охране окружающей среды (U.S. EPA);

– библиотеки масс-спектров наркотических, лекарственных, токсичных загрязняющих веществ и пестицидов (Mass Spectral Library of Drugs, NISTTOX, NISTPLUS) (около 300 тыс. масс-спектров).

Следовательно, на этапе качественного химико-аналитического определения непреднамеренно присутствующих химических веществ в мясных и мясорастительных консервах выявлено 23 химических соединения (табл. 10.3.15).

Таблица 10.3.15

Химические соединения, выявленные в образцах мясорастительных консервов, предназначенных для питания детей раннего возраста (пример)

Наименование элемента / веществ	Критерий включения для установления категории потенциальной опасности	
	Частота встречаемости	Совпадение с библиотекой масс-спектров, %
N-нитрозодиметиламин	87,5	90
N-нитрозодиэтиламин	87,5	95
Дибутилфталат	62,5	90
Диэтилфталат	37,5	90
Фенол-2,4 бис (1,1-диметилэтил)	62,5	72
Фурфурол	50,0	95
Этиловый эфир тиоциановой кислоты	62,5	64
Гистамин	25,0	64
2-бутеновая кислота (Е570-кротоновая кислота)	12,5	77
Тимол	12,5	64
4-пиридинамин	12,5	70
Пиперидин	12,5	90
Бетазол	62,5	37
2-фуранметанол	62,5	92
Амифеназол	12,5	58
Ниморазол	12,5	68
Пентабарбитал	12,5	27
Амиловый спирт	12,5	53
2-этилгексанол	12,5	48
Ацетамидофенол	12,5	79
Нафталин	12,5	89
Этосуксемил	12,5	65

Руководствуясь МР 1.2.0228-20 и модифицированными методическими подходами [Зайцева Н.В. и др., 2023; Суворов Д.В. и др., 2023], был рассчитан интегральный показатель (ИП) приоритетных химических веществ с последующим установлением категории потенциальной опасности (КПО). Для выбранных веществ были использованы критерии токсичности с учетом LD_{50} [Scientific Committee on Consumer Safety, 2012; Batt C.A., Robinson R.K., 2014; Safety Data Sheet, 2019; Beard J.C., Swager T.M., 2021] и вероятности присутствия в пищевом продукте (табл. 10.3.16).

Таблица 10.3.16

Установление приоритетных химических веществ для оценки риска здоровью целевой группы потребителей с учетом категории потенциальной опасности (пример)

Наименование элемента / веществ	Оценка вероятности присутствия в пищевом продукте (баллы)			Оценка токсичности		ИП	КПО
	Поступление в сырье	Вероятность миграции из упаковки, тары и т.д.	Вероятность поступления веществ при подготовке продукта к употреблению				
	Да – 1 Нет – 0			LD_{50}, мг/кг	Балл		
НДМА	1	0	1	37	5	7	I
НДЭА	1	0	1	220	4	6	I
ДБФ	0	1	0	6300	2	3	II
Фурфурол	0	0	1	65	4	5	II
2-фуранметанол	0	0	1	110	4	5	II

В качестве приоритетных потенциально опасных химических веществ для дальнейшей оценки риска здоровью целевой группы населения установлена группа N-нитрозоаминов, поскольку они были отнесены к I категории потенциальной опасности.

Поскольку данные соединения представляют огромный интерес с научной точки зрения, проведение оценки риска N-нитрозоаминов, идентифицированных в мясорастительных консервах, предназначенных для питания детей раннего возраста (от шести месяцев до трех лет) осуществлялась в рамках совместной российско-вьетнамской научно-исследовательской работы. Подробная информация о работе в области оценки риска для здоровья населения, связанного с потреблением пищевых продуктов, содержащих химические контаминанты, представлена в коллективной монографии об опыте российско-вьетнамского сотрудничества в области развития обеспечения химической безопасности пищевой продукции [Шур П.З. и др., 2022; Суворов Д.В. и др., 2023]. В данном примере идет разбор только проведения оценки риска для здоровья, связанного с N-нитрозоаминами, поступающих с пищевыми продуктами.

Так, для идентификации N-нитрозоаминов в исследуемых пищевых продуктах использовался метод их количественного определения, позволяющий идентифицировать шесть соединений, относящихся к данной группе [Suvorov D.V. et al., 2022; МУК 4.1.3588-19], с чувствительностью метода, равной 0,2 мкг/кг продукта.

Был проанализирован 21 образец мясных и мясорастительных консервов, предназначенных для питания детей раннего возраста, реализуемых на обеих территориях.

Результаты химико-аналитической идентификации N-нитрозоаминов в мясных и мясорастительных консервах, реализуемых на территории Вьетнама и России, представлены в табл. 10.3.17, 10.3.18 [Зайцева Н.В. и др., 2019а; Опыт российско-вьетнамского сотрудничества, 2022; Зайцева Н.В. и др., 2022].

Таблица 10.3.17

Результаты количественного определения N-нитрозоаминов в мясорастительных консервах, предназначенных для питания детей раннего возраста, реализуемых на территории РФ (концентрация, мг/кг) (пример)

№ пробы	N-нитрозоамины					
	НДМА	НЭМА	НДЭА	НДПА	НДБА	НПиП
1	0,0003 ± 0,00005	0,0005 ± 0,00008	нпо	0,0002 ± 0,00004	0,0004 ± 0,00007	0,0004 ± 0,00008
2	0,0014 ± 0,00025	нпо	нпо	нпо	0,0002 ± 0,000028	0,00037 ± 0,00007
3	0,0049 ± 0,0008	0,00076 ± 0,00012	нпо	0,00089 ± 0,00016	нпо	нпо
4	0,001 ± 0,00018	0,0002 ± 0,00003	нпо	0,00049 ± 0,0001	0,0003 ± 0,00007	0,0004 ± 0,00007
5	нпо	0,0002 ± 0,00003	нпо	0,0002 ± 0,00002	0,015 ± 0,0028	0,0022 ± 0,0004
6	нпо	0,00024 ± 0,00004	нпо	0,0027 ± 0,00048	0,015 ± 0,0028	нпо
7	0,0002 ± 0,000036	0,0006 ± 0.00009	нпо	нпо	0,002 ± 0,0004	0,0002 ± 0,00003

Примечание: здесь и далее нижний предел обнаружения (нпо) 0,0002 мг/кг.

Таблица 10.3.18

Результаты количественного определения N-нитрозоаминов в мясорастительных консервах, предназначенных для питания детей раннего возраста, реализуемых на территории Вьетнама (концентрация, мг/кг) (пример)

№ образца	N-нитрозоамины					
	НДМА	НЭМА	НДЭА	НДПА	НДБА	НПиП
1	0,0006 ± 0,0001	0,001 ± 0,00016	нпо	0,003 ± 0,0005	0,002 ± 0,00038	н/о
2	0,0006 ± 0,0001	0,0012 ± 0,0002	нпо	0,0012 ± 0,0002	0,00034 ± 0,00006	0,0004 ± 0,00007
3	0,0005 ± 0,00009	0,001 ± 0,00016	нпо	нпо	0,0055 ± 0,001	0,0003 ± 0,00006
4	0,0006 ± 0,0001	0,001 ± 0,00016	нпо	0,001 ± 0,00018	0,0021 ± 0,0004	0,0002 ± 0,00004
5	0,0005 ± 0,00009	0,0008 ± 0,00013	нпо	0,00075 ± 0,00014	0,0014 ± 0,00026	0,0002 ± 0,00004
6	0,0006 ± 0,0001	0,001 ± 0,00016	нпо	нпо	0,0002 ± 0,00004	0,0004 ± 0,00007
7	0,0005 ± 0,00009	0,0007 ± 0,00011	нпо	0,0021 ± 0,0004	нпо	0,0003 ± 0,00005
8	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо
9	0,00043 ± 0.00008	0,00058 ± 0,0001	нпо	0,00096 ± 0,00017	нпо	0,0003 ± 0,00005
10	0,0003 ± 0,00005	0,0002 ± 0,00003	нпо	нпо	нпо	нпо
11	нпо	0,00026 ± 0,00004	нпо	0,010 ± 0,0018	0,0168 ± 0,0032	0,0057 ± 0,0011
12	нпо	0,00037 ± 0,00006	нпо	0,0109 ± 0,0019	0,0072 ± 0,0014	нпо
13	0,0002 ± 0,00003	нпо	нпо	0,0095 ± 0,0017	0,003 ± 0,0006	нпо
14	0,00024 ± 0,00004	0,00032 ± 0,00005	нпо	0,0094 ± 0,0017	0,0096 ± 0,0018	0,0011 ± 0,0002

По результатам идентификации N-нитрозоаминов установлено содержание их в мясных и мясорастительных консервах, реализуемых на территории России, от 0,0002 до 0,272 мг/кг продукта в зависимости от соединения.

По результатам идентификации N-нитрозоаминов установлено содержание их в мясных и мясорастительных консервах, реализуемых на территории Вьетнама, от 0,0002 до 0,033 мг/кг продукта в зависимости от соединения.

На этапе идентификации опасности установлено, что выявленные N-нитрозоамины оказывают негативные эффекты на здоровье при пероральном поступлении [Шур П.З. и др., 2020; Suvorov D.V. et al., 2022; EFSA CONTAM, 2023] и относятся к вероятным и возможным канцерогенам для человека [IARC, 2023]. Также установлено, что наиболее распространенным неканцерогенным действием N-нитрозоаминов в исследованиях на животных, в том числе с использованием биомаркеров эффектов (активность аспартатаминотрансферазы (АСТ), аланинаминотрансферазы (АЛТ), цитохром Р450 и др.), является токсическое действие на печень [EFSA CONTAM, 2023], которое обусловливается формированием развития фиброза печени путем разрушения лизосом и высвобождения глюкуронидазы, поражающей клетки печени [Usunomena U. et. al., 2012]. Кроме того, N-нитрозоамины окисляются изоформами цитохрома Р-450, вследствие чего могут трансформироваться в более токсичные формы и обладать большей активностью. Биомаркерами эффекта негативного влияния на печень служат увеличение активности в крови АЛТ, АСТ, щелочной фосфатазы (ЩФ), лактатдегидрогеназы (ЛДГ), гамма-глутамилтрансферазы (γГТ) [Шур П.З. и др., 2020, Wan T.C. et. al., 2013]. Помимо этого доказано, что выявленные в исследуемых пищевых продуктах N-нитрозоамины обладают однонаправленным неканцерогенным эффектом на печень [Шур П.З. и др., 2020; Suvorov D.V. et al., 2022; EFSA CONTAM, 2023, Toxicological Profile, 2019].

В ходе оценки экспозиции проведено количественное определение N-нитрозоаминов и оценка потребления исследуемых пищевых продуктов целевой группой населения. Так, при количественном определении шести нитрозоаминов содержание пяти из них было выше предела определения: НДМА, НМЭА, НДБА, N-нитрозодипропиламин (НДПА), N-нитрозопиперидинамин (НПиПА). В исследуемых пищевых продуктах, реализуемых на территории России, концентрации составили: для НДМА – 2,4 мкг/кг продукта, НМЭА – 0,6 мкг/кг продукта, НДПА – 1,4 мкг/кг продукта, НДБА – 9,9 мкг/кг продукта и НПиПА – 1,1 мкг/кг продукта. Концентрации N-нитрозоаминов для мясных и мясорастительных консервов, реализуемых на территории Вьетнама, определены на уровнях: для НДМА – 0,5 мкг/кг продукта, НМЭА – 0,8 мкг/кг продукта, НДПА – 5,8 мкг/кг продукта, НДБА – 6,0 мкг/кг продукта и НПиПА – 1,4 мкг/кг продукта.

Средний суточный объем потребления мясных и мясорастительных консервов в России составил 0,088 кг/сут, во Вьетнаме – 0,03 кг/сут. При этом полученная ранее информация по потреблению отдельных мясных продуктов детьми раннего возраста Социалистической Республики Вьетнам (СРВ) [Лебедева-Несевря Н.А. и др., 2019; Tran Cao Son et al., 2020] показала, что потребление мясных и мясорастительных консервов частично замещается жареным мясом или сосисками (рис. 10.3.6).

Для оценки этапа «экспозиция – эффект» применяли параметры для полуколичественной оценки, такие как SFo, ввиду беспорогового действия канцерогенных веществ, и референтная доза для НДМА (которая установлена в отношении его влияния на процессы развития организма) [Р 2.1.10.1920-04], а также ДСД для НДБА, НМЭА, рассчитанные на основании BMDL, полученных по результатам эксперимента на животных [Шур П.З. и др., 2020], путем отношения BMDL (мг/кг массы тела) к модифицирующему фактору, равному 40. Так, ДСД для НДБА была рассчитана на уровне 0,000007 мг/кг массы тела, а для НМЭА – 0,000003 мг/кг массы тела.

С учетом заданных концентраций N-нитрозоаминов был проведен расчет их среднесуточных реальных доз (*LADD*), поступающих с исследуемыми пищевыми продуктами, с применением факторов экспозиции (масса тела и объем потребления), позволяющих провести оценку неканцерогенного и канцерогенного риска здоровью целевой группы населения в РФ и СРВ (табл. 10.3.19, 10.3.20).

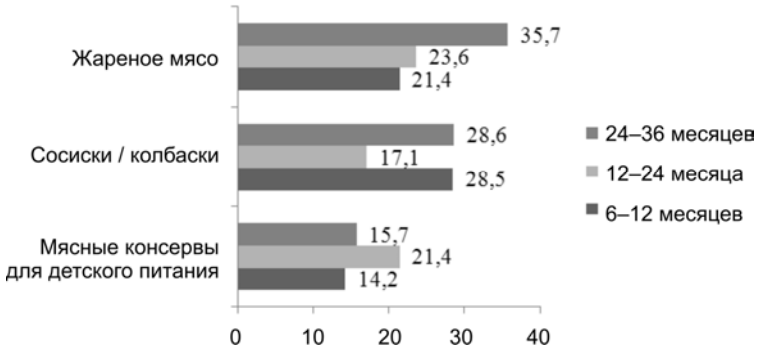


Рис. 10.3.6. Среднесуточное потребление различных пищевых продуктов детьми Социалистической Республики Вьетнам в возрасте до 36 месяцев (в граммах, по медиане) (пример)

Таблица 10.3.19

Оценка неканцерогенного риска для здоровья целевой группы населения в Российской Федерации (РФ) и Социалистической Республике Вьетнам (СРВ) при потреблении мясных и мясорастительных консервов, содержащих N-нитрозоамины (пример)

Наименование вещества		НДМА	НЭМА	НДБА	НДПА	НПиПА
$LADD_{неканц}$, мг/кг массы тела	РФ	$8{,}98\cdot10^{-6}$	$2{,}06\cdot10^{-6}$	$3{,}67\cdot10^{-5}$	$5{,}06\cdot10^{-6}$	$4{,}03\cdot10^{-6}$
	СРВ	$6{,}17\cdot10^{-7}$	$1{,}03\cdot10^{-6}$	$1{,}52\cdot10^{-6}$	$1{,}46\cdot10^{-6}$	$2{,}43\cdot10^{-7}$
RfD/ДСД, мг/кг массы тела		0,000008 (процессы развития)	0,000003 (печень)	0,000007 (печень)	–	–
HQ	РФ	1,11	0,69	5,25	–	–
	СРВ	0,08	0,35	1,05	–	–

Таблица 10.3.20

Оценка канцерогенного риска для здоровья целевой группы населения в Российской Федерации (РФ) и Социалистической Республике Вьетнам (СРВ) при потреблении мясных и мясорастительных консервов, содержащих N-нитрозоамины (пример)

Наименование вещества		НДМА	НМЭА	НДПА	НДБА	НПиПА
$LADD_{канц}$, мг/кг веса	РФ	$7{,}70\cdot10^{-7}$	$1{,}76\cdot10^{-7}$	$4{,}33\cdot10^{-7}$	$3{,}15\cdot10^{-6}$	$3{,}45\cdot10^{-7}$
	СРВ	$5{,}29\cdot10^{-8}$	$8{,}86\cdot10^{-8}$	$6{,}25\cdot10^{-7}$	$6{,}51\cdot10^{-7}$	$1{,}04\cdot10^{-7}$
SFo*		51	22	7	5,4	9,4
CR	РФ	$3{,}93\cdot10^{-5}$	$3{,}88\cdot10^{-6}$	$3{,}03\cdot10^{-6}$	$1{,}70\cdot10^{-5}$	$3{,}24\cdot10^{-6}$
	СРВ	$2{,}70\cdot10^{-6}$	$1{,}95\cdot10^{-6}$	$4{,}37\cdot10^{-6}$	$3{,}52\cdot10^{-6}$	9,78E-07
ΣCR	РФ	$7{,}59\cdot10^{-5}$				
	СРВ	$1{,}35\cdot10^{-5}$				

Примечание: * – величина факторов канцерогенного потенциала, принята на основании данных интегрированной системы информирования о риске (Integrated Risk Information System) Агентства США по защите окружающей среды (U.S. EPA) [IRIS, 2023].

Результаты оценки неканцерогенного риска для здоровья целевой группы населения в СРВ при потреблении мясных и мясорастительных консервов, содержащих N-нитрозоамины, показали, что величина *HQ* для НДБА составила 1,05, что незначительно отличается от допустимого уровня риска для здоровья целевой группы потребителей. В свою очередь, для Российской Федерации величина *HQ* для НДМА незначительно превышает допустимый уровень и составила 1,11, а величина *HQ* для НДБА составила 5,25, что относится к высокому уровню риска.

Оценка канцерогенного риска для здоровья целевой группы населения России и Вьетнама при потреблении мясных и мясорастительных консервов, содержащих N-нитрозоамины, показала, что величина суммарного канцерогенного риска установлена на приемлемом (допустимом) уровне и составила $7{,}59 \cdot 10^{-5}$ для России и $1{,}35 \cdot 10^{-5}$ для Вьетнама.

Результаты исследования показали, что в России целесообразно отнести к приоритетам для установления максимальных допустимых уровней НДБА и НДМА; кроме того, для соединений, не имеющих параметров для установления МДУ, следует установить ДСД ввиду их потенциального вклада как в канцерогенный, так и неканцерогенный риск для здоровья детей раннего возраста, потребляющих мясные и мясорастительные консервы.

Вместе с тем полученные результаты оценки неканцерогенного и канцерогенного риска для здоровья целевой группы населения ограничены выборкой исследуемых образцов мясных и мясорастительных консервов, предназначенных для питания детей раннего возраста, что может привести к возникновению неопределенностей.

Данное различие между Социалистической Республикой Вьетнам и Российской Федерацией обусловлено не только различием содержания N-нитрозоаминов в исследуемом продукте, но большим объемом потребления мясных консервов в России.

10.4. Актуальные социально-гигиенические детерминанты ожидаемой продолжительности жизни как потенциальные факторы риска здоровью населения России

В предыдущих разделах настоящей монографии детально рассмотрены вопросы, касающиеся теоретических и практических основ оценки риска здоровью населения, в рамках современной парадигмы анализа риска здоровью. Вместе с тем, как уже отмечалось, методология оценки риска, как и любая другая, находится в постоянном развитии, дополняется новыми данными об объекте исследования, методиками его изучения, терминами и классификациями. Подобная динамика обусловлена необходимостью получения актуальной и достоверной информации об оценках (ретроспективных, прогнозных) воздействия на здоровье людей новых источников опасности, а также принятых или планирующихся к реализации управленческих решений. Наравне с этим происходит интенсивный рост накапливаемых знаний [Bornmann L. et al., 2021], увеличиваются мощности вычислительной техники [Moore G.E., 1965], совершенствуются методы обработки информации и ее прогнозирования [MacEachern S.J. et al., 2021; Choi R.Y. et al., 2020; Paltrinieri N. et al., 2019; Deo R.C., 2015], усиливаются позиции междисциплинарного подхода к анализу объектов исследований [Dalton A. et al., 2021]. На современном этапе развития методологии оценки риска одним из актуальных вопросов является поиск методов оценки комбинированного, сочетанного, комплексного действия факторов риска на здоровье человека с прогнозированием потенциальных потерь здоровья. В связи с этим видится совершенно логичным апробация новых методических подходов к изучению одновременного влияния комплекса факторов среды обитания на показатели популяционного здоровья, основанных на современных методах обработки и анализа информации.

На основе анализа актуальных направлений работ в области гигиены, методологии оценки риска здоровью с учетом междисциплинарного подхода к пониманию здоровья населения в настоящем исследовании вместо обобщенных факторов среды обитания [Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ] основное внимание уделено конкретным социально-гигиеническим детерминантам (СГД). В качестве «ответа» на воздействие комплекса СГД принят показатель ожидаемой продолжительности жизни при рождении (ОПЖ) как интегральный показатель повозрастной смертности населения. Данный показатель удобен по нескольким причинам: во-первых, его расчет относительно прост и дает общее представление об уровне смертности населения; во-вторых, он достаточно распространен в исследованиях по оценке популяционного здоровья и часто используется для сравнения медико-демографической ситуации между территориями (регион, страна) [ООН, 2019, 2020; Modig K. et al., 2020].

Анализируемый набор СГД представляет собой комплекс регионально дифференцированных в определенной мере управляемых социальных, экономических, санитарно-эпидемиологических, демографических показателей и показателей образа жизни населения, оказывающих вариативное влияние на здоровье населения на фоне неуправляемого погодно-климатического фактора. Формирование матрицы первичных данных по показателям, полностью или в большей степени отражающим уже установленные в других релевантных исследованиях причинно-следственные связи между факторами среды обитания и образом жизни с показателями популяционного здоровья (заболеваемость, смертность, ОПЖ), осуществлялось с использованием данных государственной и ведомственной статистики. В качестве источников информации по социально-гигиеническим показателям использовались статистические данные за 2010–2019 гг. по 85 субъектам, федеральным округам Российской Федерации и стране в целом, полученные из официальных источников (статистические сборники, справочники, формы, бюллетени). Исследуемые показатели были условно поделены на шесть групп: показатели санитарно-эпидемиологического благополучия территорий; показатели системы здравоохранения; экономические показатели; показатели образа жизни; социально-демографические показатели; погодно-климатические показатели.

Исследования, целью которых является получение оценок текущей медико-демографической ситуации, проводятся во многих областях наук, таких как гигиена, эпидемиология, демография, социология, экономика и другие. Работы по данному направлению отличаются выбранными наборами изучаемых факторов (детерминант), а также методами расчета влияния данных факторов на ОПЖ. Отдельные подходы к оценке показателя ОПЖ и факторов, его определяющих, основаны на методах установления характера и количественных характеристик взаимосвязи между смертностью и ОПЖ населения, таких как: построение классических таблиц смертности [Arias E. et al., 2017; Wang H. et al., 2017]; оценка элиминированных резервов [Preston S.H. et al., 2001]; компонентный анализ смертности [Chandrasekaran C., 1986; Андреев Е.М., 1982]; метод оценки нагрузки смертности на ОПЖ населения [Миронова А.А. и др., 2020]. Достаточно часто применяются эконометрические методы анализа с построением корреляционно-регрессионных моделей взаимосвязи между ОПЖ и факторами (чаще экономической природы) с задействованием методов иерархии и кластеризации субъектов РФ, применяя их и при межстрановой оценке [Колосницына М.Г. и др., 2019; Коссова Т.В. и др., 2018; Карпенко и др., 2016 г.; Разводовский Ю.Е. и др., 2020; Улумбекова Г.Э. и др., 2019]. В области экономики народонаселения и демографии И.П. Шибалковым проведена работа по комплексной оценке влияния социально-экономических факторов на показатель ОПЖ населения регионов РФ [Шибалков И.П., 2019]. В.Н. Новосельцевым с соавт. выполнен обзор математических моделей старения и смертности на основе моделей данных (модель «лавинообразного разрушения организма», модель Пенны, модель Плетчера – Нойхаузера) и моделей систем (графическая модель баланса ресурсов, модель Партридж – Бэртона, модель Дасгупты – Штауффера, гомеостатиче-

ская модель старения) [Новосельцев В.Н. и др., 2003]. Подобные модели индивидуального старения живых организмов использовались в работе А.И. Михальского [Михальский А.И., 2010].

Наиболее логичным и перспективным направлением ввиду все бóльшего увеличения количества разнородной анализируемой признаковой информации, характеризующей объект исследования (популяционное здоровье), является использование методов многомерного статистического анализа (факторный анализ, множественные регрессии, нейронные сети и т.д.) и их комбинаций. Так, в работе Ю.А. Григорьева и О.И. Баран использовалась совокупность статистических методов обработки информации (метод главных компонент, регрессионный анализ, факторный анализ) с учетом лаговых воздействий фактора на смертность населения [Григорьев Ю.А. и др., 2017].

Международный проект GBD (The Global Burden of Disease), проводимый на постоянной основе консорциумом исследователей из разных стран, ставит своей целью оценку динамики смертности населения с установлением причинности возникновения негативных тенденций от приоритетных факторов риска. Объем данных для обработки составил свыше 1 млрд единиц наблюдений. Анализ подобного масштаба обеспечивался использованием инновационных методов байесовского статистического ансамблевого моделирования на основе значительных вычислительных мощностей [Foreman K.J. et al., 2012].

Некоторые исследователи придерживаются точки зрения, что здоровье населения должно рассматриваться как комплексная адаптивная система с многочисленными динамическими нелинейными взаимодействиями между подсистемами и детерминантами различного происхождения. При этом отмечается, что взаимодействие между детерминантами имеет контекстуальный характер на определенном отрезке времени, и их анализ должен быть многоуровневым и многомасштабным, а последующие за ним управленческие решения – комплексными [Jayasinghe S., 2011; Rutter H. et al., 2017].

В 1992 г. R.D. Lee и L.R. Carter предложили численный алгоритм для прогнозирования коэффициентов смертности и ожидаемой продолжительности жизни на основе ретроспективных данных по возрастным коэффициентам смертности [Lee R.D. et al., 1992]. Следует отметить, что использование комбинированных моделей на основе алгоритма Ли – Картер и нейронных сетей позволяет повысить точность прогнозных оценок [Hong W.H. et al., 2021]. Для исследования влияния комплекса внешних управляемых и неуправляемых факторов (здравоохранение, культура, образа жизни и др.) на заболеваемость, смертность и продолжительность жизни населения традиционно используются множественные регрессионные модели [Victora C. et al., 1986; Hilbrand S. et al., 2017; Cavalcanti A. et al., 2019]. Отдельный интерес представляют регрессионные модели, связывающие смертность с загрязнением атмосферного воздуха, в том числе с учетом пространственного распределения [Smith R.L. et al., 2000; Guo B. et al., 2021]. В аналогичных исследованиях показано, что, по сравнению с нейронными сетями, регрессионные модели при малом числе входных переменных обладают сопоставимой точностью при прогнозировании [Khojasteh D.N. et al., 2021]. Тем не менее, когда число анализируемых факторов измеряется десятками, представляется целесообразным использование нейросетевых моделей [Gismondi R.C. et al., 2002; Zhang X. et al., 2005; Rapant S. et al., 2021; Guo C-Y et al., 2021]. В последние годы в связи с распространением инфекции COVID-19 данный подход приобрел особую актуальность [Mollalo A. et al., 2020; Kianfar N. et al., 2022]. Нейронные сети также могут быть использованы для выявления основных факторов риска развития заболеваний [Santoni M. et al., 2021; Chen S., Wu S., 2020].

Таким образом, в современных исследованиях для прогнозирования показателей смертности и ОПЖ широко применяются искусственные нейронные сети (далее ИНС), имеющие лучшую предсказательную силу в сравнении с традиционными методами [Hainaut D., 2018]. На текущий момент для решения рассматриваемых вопросов также успешно используются модификации нейросетевых моделей: [Levantesi S. et al., 2022; Bravo J.M. et al., 2021, 2022].

На основании вышеизложенного в отношении современных представлений о здоровье как сложной системе, его связях со множеством факторов среды обитания, методах установления причинно-следственных связей между ними предложен методический подход к сценарному прогнозированию ожидаемой продолжительности жизни на основе искусственной нейронной сети. Моделирование системы причинно-следственных связей проводилось на основе построения нейросетевой модели, учитывающей множественность и нелинейность зависимостей между отдельными показателями. Для прогнозирования потенциала роста показателя ОПЖ разработана оптимальная структура модели ИНС (рис. 10.4.1), позволяющая проводить численные эксперименты, в том числе с целью установления приоритетных социально-гигиенических детерминант ОПЖ.

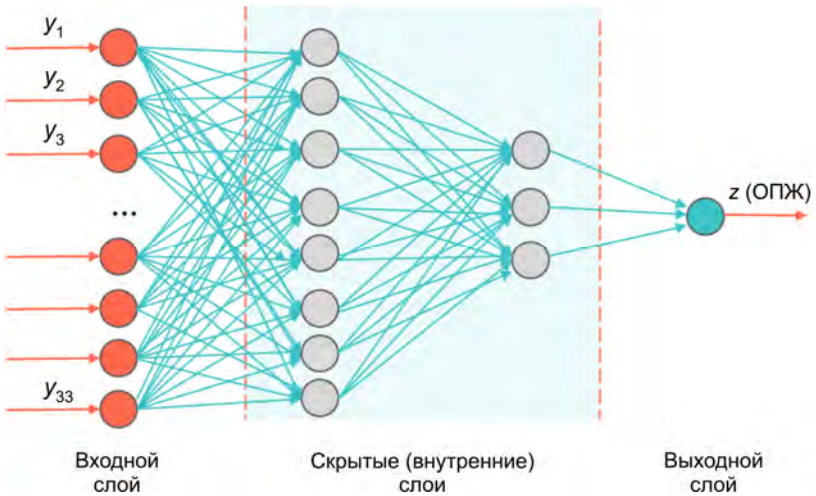


Рис. 10.4.1. Оптимальная структура искусственной нейронной сети модели «СГД – ОПЖ»

Модель представляет собой совокупность алгебраических уравнений, описывающих систему взаимных влияний между показателями, характеризующими социально-гигиенические детерминанты, выступающие в качестве независимых переменных, а также их совокупное влияние на ОПЖ (зависимую переменную). Обучение нейронной сети проводилось на основе значений общих факторов, рассчитанных для каждого региона РФ, и показателя ОПЖ на матрице данных за 2010–2019 гг., что позволяет получать прогнозные оценки изменения ОПЖ населения на уровне субъекта РФ в частности и страны в целом в соответствии со сценарными условиями изменения социально-гигиенических факторов, детерминирующих показатель ОПЖ. Более подробно результаты исследования изложены в работах авторов [Зайцева Н.В., 2022 b; Клейн С.В., 2022].

Сценарное прогнозирование ОПЖ в рамках полученной модели предполагает проведение расчетов по двум сценариям (базовому и целевому), проводимых независимо. На первом шаге алгоритма проводилась стандартизация значений показателей. На втором шаге проводилось факторное преобразование независимых переменных в соответствии с оператором преобразования и его представлением в компонентном виде. На третьем шаге проводилась оценка значения ОПЖ согласно нейросетевой модели. В результате выполнения данного алгоритма определялись прогнозные значения ожидаемой продолжительности жизни отдельно по каждому сценарию. Итоговый расчет потенциала роста ожидаемой продолжительности жизни населения выполнялся по разности прогнозных оценок ОПЖ согласно установленным базовому и целевому сценариям.

Общий алгоритм прогнозирования и расчета потенциала роста ОПЖ населения состоял в последовательном выполнении трех этапов (рис. 10.4.2):

Этап 1. Формирование базового и целевого сценариев изменения показателей, характеризующих социально-гигиенические детерминанты.

Этап 2. Выполнение расчетов прогнозных значений ожидаемой продолжительности жизни согласно базовому и целевому сценариям.

Этап 3. Итоговый расчет потенциала роста ожидаемой продолжительности жизни населения.

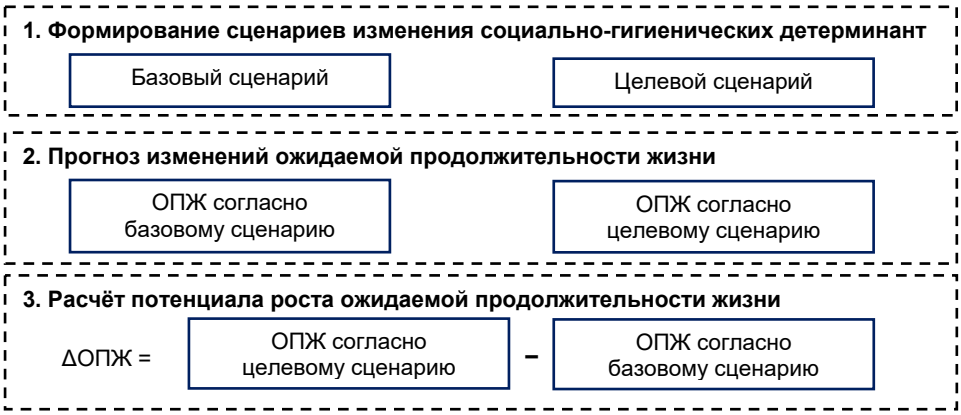


Рис. 10.4.2. Общий алгоритм прогнозирования и расчета потенциала роста ожидаемой продолжительности жизни в соответствии с базовым и целевым сценариями изменения социально-гигиенических детерминант

Формирование сценариев изменения социально-гигиенических детерминант заключалось в установлении значений независимых переменных, соответствующих базовому состоянию показателей, и их изменению согласно целевому сценарию.

В качестве базового сценария применительно ко всем используемым моделям на основе ИНС использовалась совокупность значений показателей по данным статистики на момент проведения исследования – 2018 г. Построенная модель «СГД – ОПЖ» использовалась при моделировании и расчете прогнозных значений показателя ОПЖ на уровне РФ к 2024 г.

Целевой сценарий представлял собой совокупность значений показателей, соответствующих планам национальных и федеральных проектов на 2024 г. или тенденциям их изменения к 2024 г.

Согласно базовому сценарию расчетное значение ожидаемой продолжительности жизни с использованием разработанной математической модели с применением базовых значений 148 детерминант на уровне 2018 г. составило 72,1 года, в то время как фактическое значение ОПЖ в РФ в 2018 г. составило 72,9 года. Различия в модельном и фактическом значениях ОПЖ на 2018 г. составили 0,8 года, или 1,1 %. Сопоставимость расчетного значения ОПЖ при базовом сценарии и фактически регистрируемого значения ОПЖ может свидетельствовать о корректности оценок разработанной математической модели. При целевом сценарии изменения всей совокупности анализируемых социально-гигиенических детерминант значение ОПЖ составило 75,06 года, при этом потенциал роста ОПЖ в целом для РФ составил 3,0 года (1095 дней). Оценка потенциала роста ОПЖ от сценарного изменения каждой условной группы показателей (когда изменялись в соответствии с описанными подходами только показатели одной группы, а значения остальных детерминант оставались на уровне базового сценария) показала, что к 2024 г. наибольшие прогнозные значения потенциала роста ожидаемой продолжительности жизни име-

ли «Показатели образа жизни» (+1,3 года – 461,2 дня) (табл. 10.4.1). Далее в порядке убывания следовали «Показатели санитарно-эпидемиологического благополучия территорий» (+0,58 года – 211,9 дня), «Показатели социально-демографической сферы» (+0,54 года – 196,3 дня), «Показатели экономической сферы» (+0,36 года – 131,2 дня), «Показатели системы здравоохранения» (0,19 года – 70,0 дня).

Таблица 10.4.1

Потенциал изменения ожидаемой продолжительности жизни по группам показателей среды обитания и образа жизни на базе сценарного моделирования к 2024 г.

Группа СГД	Целевой сценарий для одной группы, годы	Потенциал роста ОПЖ, годы (дни)	Ранг
Показатели образа жизни населения	73,32	1,26 (461,2)	1
Показатели санитарно-эпидемиологического благополучия территорий	72,64	0,58 (211,9)	2
Показатели социально-демографической сферы	72,6	0,54 (196,3)	3
Показатели экономической сферы	72,42	0,36 (131,2)	4
Показатели системы здравоохранения	72,25	0,19 (70,0)	5

Таким образом, в целом по Российской Федерации при условии восстановления в ближайшее время демографической ситуации и значения ОПЖ до уровня 2018–2019 гг. реализация национальных, федеральных проектов и комплексных мероприятий позволит повысить показатель ОПЖ на три года, т.е. до 76 лет. В то же время прогнозирование изменения демографической ситуации к 2030 г. при регистрируемых в настоящее время тенденциях без учета COVID-обусловленных процессов отражает возможность дополнительного к трем годам роста ОПЖ на 0,8 года – 286 дней (рис. 10.4.3).

Рис. 10.4.3. Целевые и прогнозируемые изменения показателя ОПЖ населения РФ до 2024 и 2030 гг.

Условная декомпозиция всей совокупности анализируемых детерминант на отдельные группы и их дальнейший анализ в виде индивидуальных сценариев их изменения к 2024 г. с последующим ранжированием значений потенциала роста ОПЖ показала соответствие существующей на данный момент парадигме приоритетности влияния детерминант образа жизни, экологических и социально-демографических детерминант на здоровье населения.

В рамках разработанного методического подхода по сценарному прогнозированию ожидаемой продолжительности жизни на основе искусственной нейронной сети предложена модификация вышеописанного метода, которая подразумевает моделирование взаимосвязи между комплексом социально-гигиенических детерминант, дополненных группой показателей первичной заболеваемости (по классам заболеваний и возрастным группам), и повозрастными показателями приоритетной причины смертности – болезней системы кровообращения (далее БСК). Детальное описание алгоритма моделирования и использованных данных представлено в работе [Глухих М.В., 2022].

В результате обучения модели установлено, что в большей степени анализируемый набор данных соответствует прогнозированию показателей смертности по причине БСК в старших возрастных группах населения (30 лет и старше) (рис. 10.4.4).

Рис. 10.4.4. Значения коэффициентов детерминации (R^2) моделей связи повозрастных коэффициентов смертности населения РФ по причине БСК и комплексом детерминант (социально-гигиенических показателей и показателей первичной заболеваемости)

Полученные коэффициенты детерминации моделей связи между показателями повозрастной смертности населения РФ по причине БСК и комплексом детерминант (социально-гигиенических показателей и показателей первичной заболеваемости) сопоставимы с распределением уровней смертности по данной причине по возрастам. Смертность по причине БСК увеличивается с возрастом по экспоненте, при этом у мужчин данная тенденция на ранних возрастных этапах жизни выглядит более выраженно, чем у женщин, с возрастом гендерные различия сглаживаются (рис. 10.4.5).

Расчет показателя ОПЖ из таблиц дожития с учетом модельных уровней повозрастной смертности по причине БСК по установленным моделям на основе использования значений базового сценария (показателей на 2019 г.) показал, что итоговое значение ОПЖ на 2019 г. по моделям составило 73,5 года, в то время как фактическое (реальное) значение – 73,3 года (различие 0,2 года, или 0,3 %). Полученный результат свидетельствует о корректности оценок, получаемых с использованием данного подхода.

Формирование целевого сценария изменения социально-гигиенических детерминант с применением целевых показателей национальных и федеральных проектов, рекомендуемых норм и стандартов, логарифмических и линейных трендов изменения показателей позволило получить вероятностные изменения повозрастных показателей смертности населения РФ от отдельных показателей, их групп и совокупности факторов (например, снижение выбросов на 22 %; увеличение доли населения, занимающегося физической культурой и спортом, до 55,0 % и др.). Так, в результате прогнозного изменения всех факторов (детерминант) в совокупности по разработанному

сценарию и без учета COVID-обусловленных процессов показатель ОПЖ к 2024 г. увеличится на 1,41 года (514 дней) за счет изменения повозрастных показателей смертности по причине БСК (табл. 10.4.2).

Рис. 10.4.5. Повозрастные показатели смертности по причине БСК в 2019 г. (на 100 тыс. соответствующего населения) с коэффициентами детерминации моделей

Таблица 10.4.2

Потенциал изменения ОПЖ (годы / дни) в сценарных условиях модифицирующего влияния комплекса / групп социально-гигиенических детерминант со сравнением моделей

Группа СГД	Модель 1*		Модель 2**		Доля прогнозных значений модели 2 от модели 1, %
	Годы	Дни	Годы	Дни	
Комплекс детерминант (все СГД в совокупности с показателями первичной заболеваемости)	–	–	1,41	514	–
Комплекс СГД (без показателей первичной заболеваемости)	3,0	1095	1,3	473	43,3
Группа показателей образа жизни	1,26	461	0,56	205	44,4
Группа показателей санитарно-эпидемиологического благополучия территорий	0,58	212	0,34	126	58,6
Группа показателей экономической сферы	0,36	131	0,28	102	77,8
Группа показателей социально-демографической сферы	0,54	196	0,28	101	51,8
Группа показателей системы здравоохранения	0,19	70	0,05	19	26,3
Группа показателей первичной заболеваемости	–	–	0,11	40	–

Примечание:

* – модель 1 – модель зависимости ОПЖ от социально-гигиенических детерминант;

** – модель 2 – совокупность моделей зависимости повозрастных коэффициентов смертности от социально-гигиенических детерминант.

Результаты прогнозного моделирования показали, что важнейшими областями с объемными нереализованными резервами потенциального роста показателя ОПЖ являются показатели образа жизни (205 дней) и санитарно-эпидемиологические показатели (126 дней). Группа показателей санитарно-эпидемиологического благополучия, управляемых деятельностью Роспотребнадзора, является одной из приоритетных и имеет особую степень значимости: резерв потенциального роста показателя ОПЖ – 126 дней в соответствии со сценарными условиям 2024 г. Эффекты деятельности службы проявляются опосредованно через влияние на поднадзорные объекты, гигиеническое нормирование, социально-гигиенический мониторинг, использование механизмов разных уровней профилактики, пропаганды практик здорового образа жизни, а также непосредственное участие в реализации национальных и федеральных проектов и программ.

Изменение системных эффектов и направлений связи по прочим детерминантам объясняется дополнением перечня исследуемых показателей (показатели санитарно-эпидемиологического благополучия, показатели первичной заболеваемости), использованных в настоящем моделировании в системе «социально-гигиенические факторы – повозрастные коэффициенты смертности», отсутствием влияния других причин смертности с присущими им атрибутивными факторами риска, а также изменением выходного слоя искусственной нейронной сети – вместо ОПЖ выходным слоем служат повозрастные показатели смертности по причине БСК. В целом полученный результат свидетельствует об определенной устойчивости полученной модели. Данный факт также подтверждается тем, что вклад смертности по причине БСК в показатель ОПЖ существенен[1], что обусловливает определенную сопоставимость эффектов и направлений влияния детерминант на потенциал роста ОПЖ в целом. Итоговый потенциал роста ОПЖ при моделировании с повозрастными коэффициентами смертности по причине БСК в заданных сценарных условиях (без учета влияния показателей первичной заболеваемости) равен 1,3 года (473 дня), что составляет 43,3 % от эффектов на ОПЖ, полученных в результате моделирования социально-гигиенических факторов с ОПЖ напрямую.

Сочетание методов кластерного анализа и разработанной модели ИНС позволяет получать региональные оценки потенциала роста показателя ОПЖ на примере репрезентативных территорий, входящих в разные типы кластеров, в том числе по показателям санитарно-эпидемиологического благополучия и образа жизни. Серия кластерных анализов позволила выделить однотипные регионы по экономическим, социально-демографическим, погодно-климатическим показателям, а также показателям системы здравоохранения, но отличающихся по уровню наблюдаемого санитарно-эпидемиологического благополучия (СЭБ). Данному критерию соответствовали три субъекта: Челябинская область, Курганская область и Республика Бурятия (табл. 10.4.3).

Имеющиеся различия в группах санитарно-эпидемиологических показателей и показателей образа жизни населения обусловили выбор данных регионов в качестве объектов сценарного прогнозирования анализируемых показателей для оценки направлений управленческих решений на однотипных территориях по экономическим, социально-демографическим, погодно-климатическим условиям, но с различными уровнями санитарно-эпидемиологического благополучия.

Установленные сценарные условия вероятностного изменения исследуемых факторов, управляемых напрямую или опосредованно системами Роспотребнадзора (контрольно-надзорными мероприятиями, пропагандой принципов здорового образа жизни), позволили спрогнозировать итоговые значения потенциального изменения показателя ОПЖ в сравниваемых субъектах по заданным сценариям (табл. 10.4.4).

[1] Фактические уровни показателей смертности по причине БСК в количественном выражении вносят 47,0 % в структуру общей смертности на 2019 г.

Таблица 10.4.3

Кластерная принадлежность сравниваемых субъектов РФ

Группа показателей	Челябинская область	Курганская область	Республика Бурятия
	Кластеры по группам		
Показатели образа жизни	1 (34)	2 (24)	3 (10)
Показатели санитарно-эпидемиологического благополучия	1 (15)	2 (57)	3 (10)
Показатели системы здравоохранения	2 (31)	2 (31)	2 (31)
Экономические показатели	1 (45)	1 (45)	1 (45)
Социально-демографические показатели	4 (17)	4 (17)	4 (17)
Погодно-климатические показатели	4 (22)	4 (22)	4 (22)

Примечание: в скобках приведено количество субъектов РФ, вошедших в кластер; цветом обозначено ранговое место кластера по ранжированным среднекластерным значениям показателей, где красный – 4-е место (наибольшие отклонения относительно других кластеров), зелёный – 1-е (наименьшие отклонения относительно других кластеров) место, оранжевый – 3-е место.

Таблица 10.4.4

Прогнозируемые значения показателя ОПЖ от сценарных условий изменения факторов, управляемых санитарно-эпидемиологической службой, дни (годы)

Группа показателей	Челябинская область		Курганская область		Республика Бурятия	
	По тенденциям	С учётом целевых значений*	По тенденциям	С учётом целевых значений	По тенденциям	С учётом целевых значений
СЭБ	-36,0 (-0,01)	420,0 (1,2)	43,0 (0,12)	100,0 (0,27)	174,0 (0,48)	179,0 (0,49)
Образа жизни	272,0 (0,75)	290,0 (0,8)	238,0 (0,65)	272,0 (0,75)	299,0 (0,82)	438,0 (1,2)
От обеих групп в совокупности	260,0 (0,71)	654,0 (1,79)	148,0 (0,41)	265,0 (0,73)	453,0 (1,24)	599,0 (1,64)

Примечание: * – целевые значения задавались с учётом планируемого изменения показателей согласно национальным проектам развития, а также наилучших значений показателей, наблюдаемых среди субъектов кластера. Остальные показатели изменялись согласно установленным тенденциям; в скобках указан эффект в годах.

По результатам прогнозирования изменения санитарно-эпидемиологической ситуации и условий образа жизни населения к 2024 г. установлено, что текущие тренды изменения анализируемых показателей на исследуемых территориях имеют незначительный эффект (Челябинская область – 0,71 года, Курганская область – 0,41 года, Республика Бурятия – 1,24 года), а по отдельным показателям наблюдается отрицательный эффект – -36 дней (показатели СЭБ в Челябинской области).

В случае использования целевых значений показателей, установленных национальными проектами, а также рядом значений, характеризующихся как наилучшие и наблюдающихся в других субъектах кластера, ситуация с потенциальным изменением показателя ОПЖ меняется. Относительный прирост результатов прогнозируемого потенциала роста ОПЖ при использовании данных сценарных условий составляет: в Челябинской области – в 11,6 раза по модулю; в Курганской области – в 2,3 раза; в Республике Бурятия – в 1,03 раза. Наибольший изолированный эффект на территории Челябинской области вносили группы показателей, характеризующих условия труда населения (280 дней), возможности и фактиче-

скую реализацию двигательной активности населения (160 дней), характеристики питания населения (113 дней). Максимальный потенциал прироста показателя ОПЖ от группы показателей, управляемых санитарно-эпидемиологической службой на территории Курганской области, может быть достигнут за счёт улучшения следующих групп показателей: условия труда работающего населения (287 дней), объёмы потребления алкогольной продукции (207 дней), качественное состояние почвы селитебных территорий (114 дней). Приоритетными группами показателей в Республике Бурятия, формирующими региональный резерв роста показателя ОПЖ, являются: показатели инфраструктурной возможности и фактической реализации двигательной активности населения (306 дней); показатели количественных и качественных характеристик питания населения (103 дня); показатели условий труда работающего населения (56 дней).

Таким образом, получены региональные особенности потенциала роста показателя ОПЖ на примере репрезентативных территорий, входящих в разные типы кластеров по показателям санитарно-эпидемиологического благополучия и образа жизни. В случае сохранения текущих тенденций изменения показателей, контролируемых деятельностью санитарно-эпидемиологической службы, на территориях прогнозируются следующие уровни показателя ОПЖ: в кластере с напряжённой санитарно-эпидемиологической ситуацией и низкими показателями образа жизни (Челябинская область – 0,71 года); на территориях кластера с более благоприятными санитарно-эпидемиологическими условиями наблюдается менее выраженный эффект на ОПЖ (Республика Бурятия – 1,24 года); наименьший потенциал роста зафиксирован для регионов кластера с наиболее благоприятной текущей санитарно-эпидемиологической обстановкой и факторами образа жизни (Курганская область – 0,41 года). В Челябинской области, как наиболее неблагополучной с санитарно-эпидемиологической точки зрения среди анализируемых однотипных субъектов, текущие тенденции изменения показателей СЭБ по используемой модели обусловливают потери значения показателя ОПЖ. В случае целенаправленного изменения показателей с использованием значений индикаторов установленных национальными планами развития РФ, а также наилучшими значениями, достигнутыми среди субъектов в соответствующем кластере, на исследуемых территориях ожидается больший прирост показателя ОПЖ: 0,73 года – Курганская область; 1,79 года – Челябинская область; 1,64 года – Республика Бурятия.

Разработанный инструмент прогнозирования показателя ожидаемой продолжительности жизни позволил установить влияние неуправляемого погодно-климатического фактора [Зайцева Н.В., 2020а; 2022а]. Так, на основе описанной выше модели связи между факторами среды обитания и показателем ОПЖ установлено, что величина потерь ОПЖ от погодно-климатического фактора для Российской Федерации составляет 191,7 дня. К основным факторам, которые сформировали полученное значение, можно отнести среднемесячную температуру воздуха за июль, отклонение от среднемноголетней нормы осадков за июль, отклонение от среднемноголетней температуры за июль и пр. Исследование 85 сценариев погодно-климатических условий для каждого субъекта РФ позволило установить, что потери ожидаемой продолжительности жизни, обусловленные влиянием климатического фактора, в регионах страны имеют существенные различия и варьируются в диапазоне от -4 дней до -349 дней (рис. 10.4.6). Зонирование территории РФ по величине потерь (рис. 10.4.6) отражает северо-восточный вектор их нарастания, который коррелирует с известным в научной литературе «северо-восточным градиентом нарастания смертности» [Кваша Е.А., 2010].

При этом в том же направлении меняются и погодно-климатические условия, из чего можно сделать осторожное предположение: грядущее потепление вероятностно может привести к смягчению климата в большинстве регионов РФ и, как следствие, к некоторому росту ожидаемой продолжительности жизни.

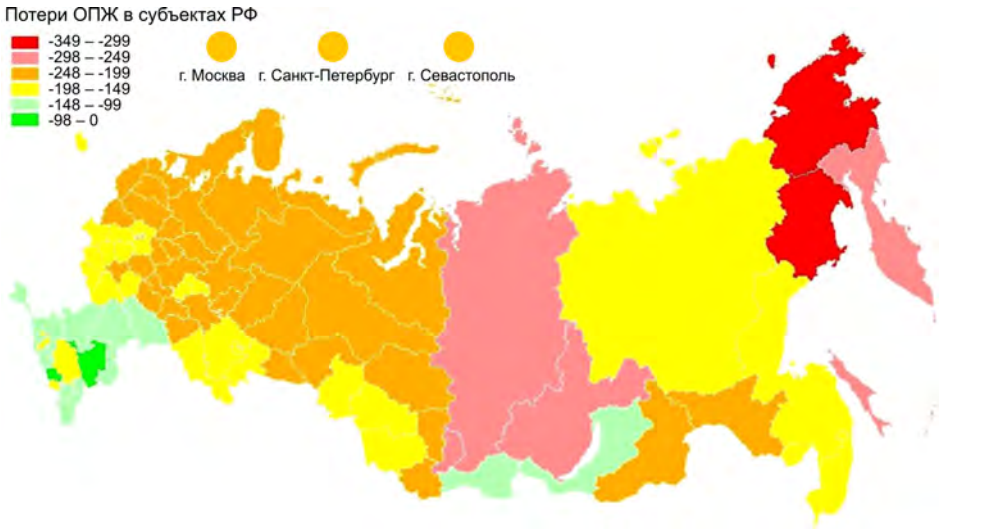


Рис. 10.4.6. Осредненные потери ожидаемой продолжительности жизни в субъектах РФ, обусловленные влиянием погодно-климатического фактора

Разработанный алгоритм определения потенциала роста ОПЖ населения может выступать в качестве инструмента корректного определения приоритетных факторов / групп факторов (социально-гигиенических детерминант), влияющих на интегральный показатель здоровья (ОПЖ) на территории для лиц, принимающих управленческие решения в области улучшения медико-демографической ситуации. Кроме того, предложенная модель оценки соответствует современным представлениям о популяционном здоровье как сложной системы, требующей многостороннего подхода в исследовании, анализе и интерпретации результатов.

10.5. Оценка рисков здоровью в задачах пространственного планирования и градостроительства

По данным экспертов Всемирной организации здравоохранения, к 2050 г. порядка 70 % населения мира будет жить в больших и малых городах [ВОЗ, 2010], а рост городов станет самым важным фактором, влияющим на развитие народонаселения планеты в XXI в. Проблемы урбанизированных территорий, широко обсуждаемые специалистами в области гигиены и эпидемиологии [Зайцева Н.В. и др., 2010а, 2011; Игнатова Ю.С. и др., 2022], требуют незамедлительного решения, в том числе через систему научно обоснованных оптимальных пространственно-планировочных решений. Методология оценки риска в решении этих проблем дает исследователям новые возможности, поскольку в сопряжении с математическим моделированием распространения угроз и опасностей, ситуационным моделированием и пространственным зонированием позволяет генерировать обширную наукоемкую информационную основу для решений.

Задачи масштабной территориальной оценки рисков рассматриваются, как правило, в рамках схем пространственного планирования регионов. Поскольку в соответствии с Градостроительным кодексом Российской Федерации (гл. 3, ст. 9) под территориальным планированием понимается определение и документирование назначения территорий, исходя из совокупности социальных, экономических, экологических и иных факторов, аспекты здоровья населения должны рассматриваться

в обязательном порядке. Конечной целью планирования является обеспечение устойчивого развития территорий, что включает и медико-демографическую составляющую на уровне Российской Федерации, субъектов Российской Федерации, муниципальных образований.

В условиях рыночной экономики территориальное планирование выполняет коммуникативные функции и ориентировано на комплексное и оптимальное решение текущих прогнозируемых социальных и экономических задач, имеющих географический аспект. При этом пространственная организация территории непосредственно связана со стратегическими решениями соответствующего уровня и, как правило, является составной частью программы социально-экономического развития страны или региона [Bertollini R. et al., 1999]. По мнению ряда авторов, только стратегия развития Российской Федерации по инновационному сценарию может обеспечить существенное улучшение социально-экономического положения страны в целом и его отдельных регионов, а важнейшую роль в выработке и реализации такой стратегии должна играть пространственная организация страны [Вильнер М.Я., 2009; Соколов С.Я., 2020].

При этом следует отметить, что классический медико-географический анализ используется в практике довольно широко [Малхазова С.М., 2001; Прохоров Б.Б. и др., 2005; Саурина О.С. и др., 2010; Mapping the chemical environment…, 2011; Алексеев Е.В., 2011; Швец А.Б. и др., 2014; May I.V. et al., 2021]. Однако картографирование уровней медико-демографических показателей не дает ответа на вопрос о причинности дифференциации показателей, не позволяет оценить связь между показателями смертности, заболеваемости, инвалидности и иными показателями и факторами, их определяющими. В связи с этим картографирование результатов оценки рисков для здоровья имеет существенные преимущества перед пространственным анализом собственно показателей здоровья.

Характеристика рисков для здоровья служит основанием управления ситуацией средствами пространственного планирования через:

– вывод существующих опасных стационарных объектов, форм с территорий постоянного проживания населения;

– недопущение на стадии проектирования размещения опасных для жизни и здоровья стационарных объектов вблизи жилой застройки;

– вывод жилой застройки из зон влияния функционирующих опасных объектов;

– оптимизацию транспортных схем городов с учетом воздействия на здоровье населения;

– ограничение пребывания людей в зонах повышенного риска;

– максимальную концентрацию объектов повышенной опасности на определенных территориях с четким функциональным назначением и удалением этих зон от мест постоянного проживания или пребывания населения.

Управление реализуется через функциональное зонирование территорий, ввод ограничений для использования территорий для целей гражданского строительства, в том числе через организацию санитарно-защитных зон, санитарных разрывов и т.п.

Общий алгоритм использования методов пространственных оценок в задачах управления рисками здоровью приведен на рис. 10.5.1.

Задача облегчается широким распространением и постоянным совершенствованием программно-аппаратных средств поддержки пространственного анализа, прежде всего компьютерных географических информационных систем (ГИС). Последние предназначены для хранения, обработки и визуализации пространственно распределенных данных [Чистобаев А.И. и др., 2010; Светличная А.Д., 2013]. К основным ГИС, используемым в настоящее время в системе принятия решений на уровне органов государственной власти Российской Федерации, субъектов Федерации и местного самоуправления, относятся такие программные продукты, как Atlas GIS, ArcView, Mapinfo, WinGis, а также ряд других как зарубежных, так и отечественных ГИС. Все перечисленные ГИС – профессиональные, позволяют производить классический перечень услуг, ориентированы на работу с цифровыми (электронными) картами территорий, которые являются цифровыми моделями карты.

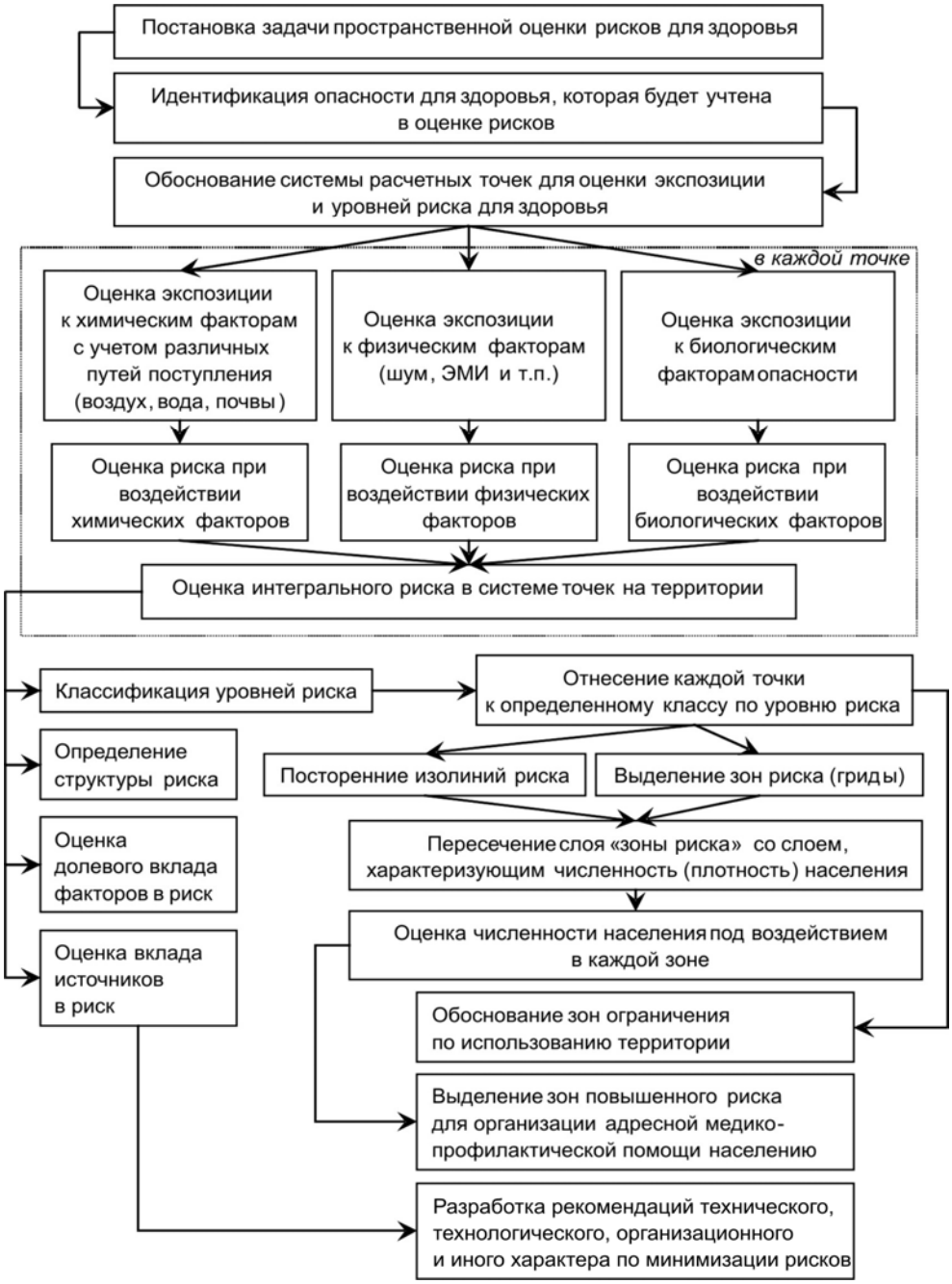


Рис. 10.5.1. Общий алгоритм использования методов оценки пространственного распределения риска в зонах управления

На сегодня нормативно-правовые документы пространственного планирования и разработки генеральных планов городов напрямую не ориентируют разработчиков на учет рисков для здоровья. Однако существует региональный опыт применения методологии оценки риска при разработке генерального плана развития Москвы на период до 2025 г. [Андреева Е.Е. и др., 2014], проекта застройки и землепользования Тюмени, обосновании градостроительных решений генерального плана развития Екатеринбурга до 2025 г. [Решение Екатеринбургской городской Думы от 22.02.2005 No 71/3; Кузьмин С.В. и др., 2009], корректировке генеральных планов г. Шелехова, Дзержинска [Решение Думы Шелеховского городского поселения No 24-рд от 27.04.2007; Постановление Городской Думы г. Дзержинска Нижегородской области от 2 сентября 2010 г. No 604] и пр.

Востребованность оценки рисков здоровью жителей при решении задач городского пространственного планирования определяется многими причинами: во многих городах страны отсутствует четкое разграничение жилой и промышленной застройки, большие площади имеют ограничения в использовании (санитарно-защитные, водоохранные зоны и пр.), при этом правовой режим таких территорий соблюдается далеко не всегда.

Выделение зон высоких рисков для здоровья служит инструментом для выбора наиболее эффективных управленческих решений и позволяет:

– разрабатывать механизмы и стратегию различных регулирующих мер по снижению риска воздействия на здоровье;

– выделять контингент населения, нуждающийся в проведении профилактических и лечебно-диагностических мероприятий, направленных на профилактику болезней, которые вызваны воздействием неблагоприятных экологических факторов;

– корректировать программы мониторинга качества среды обитания;

– получать количественные характеристики ущерба здоровью от воздействия вредных факторов среды обитания человека;

– сравнивать и ранжировать различные по степени выраженности эффекты воздействия факторов среды обитания на здоровье человека;

– определять приоритеты природоохранной политики на уровне предприятия, промышленного узла, территории, региона;

– осуществлять первоочередное регулирование тех источников и факторов риска, которые представляют наибольшую угрозу для здоровья населения;

– качественно и количественно характеризовать уровни риска, которые сохранились после применения мер по его снижению;

– корректировать программы мониторинга и производственного контроля с учетом приоритетных источников загрязнения среды обитания человека, приоритетных загрязненных сред и химических веществ, вносящих наибольший вклад в риск развития неблагоприятных эффектов.

Отработка методологии на территории г. Перми показала, что уровни рисков для здоровья крайне неоднородны в пределах жилой застройки. Один из примеров – распределение рисков в отношении болезней органов дыхания – представлен на рис. 10.5.2.

Пространственный анализ позволяет выделить в зонах повышенного риска объекты детского дошкольного и / или школьного образования, объекты социального обеспечения и т.п. (рис. 10.5.3). Это позволяет спланировать адресную медико-профилактическую помощь на базе организованных коллективов с учетом специфики факторов риска.

В целом следует отметить, что функциональное зонирование территории города неадекватно уровням риска для здоровья.

В табл. 10.5.1 приведены результаты оценки риска для здоровья населения, выполненные для функциональных зон г. Перми, используемых населением для проживания, рекреации, хозяйственно-бытовых целей.

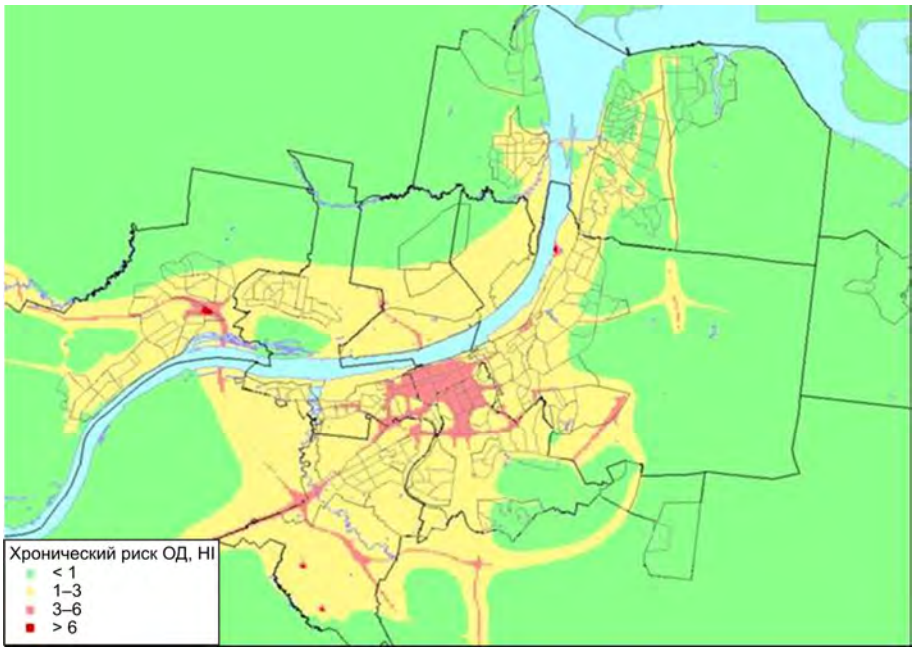


Рис. 10.5.2. Пространственная картина распределения рисков формирования болезней органов дыхания на территории г. Перми

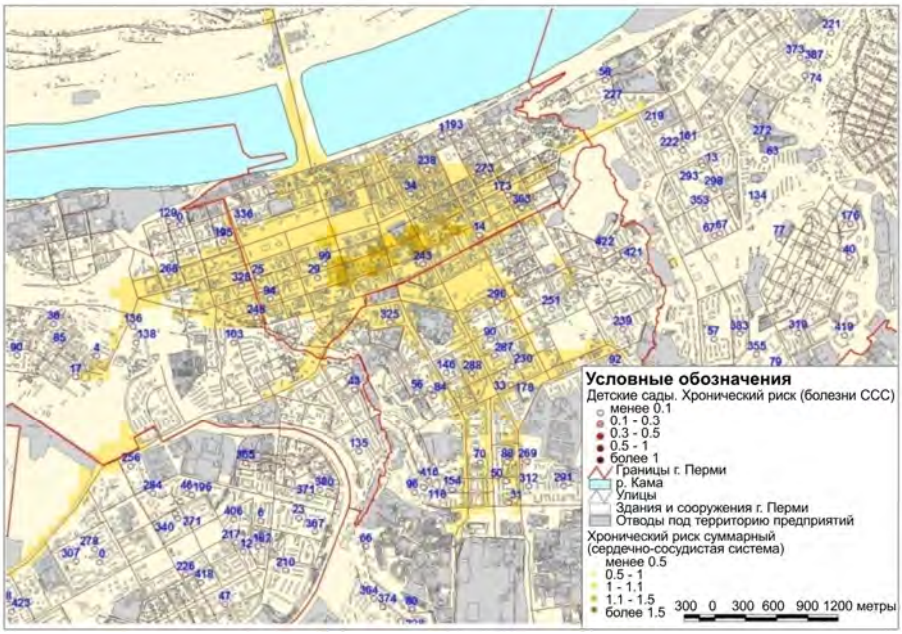


Рис. 10.5.3. Места размещения детских дошкольных учреждений на территории города, в том числе в зонах повышенного риска ингаляционного воздействия

Таблица 10.5.1

Количество территориальных зон, расположенных в зоне неприемлемого неканцерогенного хронического риска развития заболеваний органов дыхания для населения

Тип зоны	Наименование зоны	Уровень риска *HI*			
		< 1	1–3	3–6	> 6
ГЛ	Зона городских лесов	61	223	9	
Ж-1	Зона многоэтажной и среднеэтажной жилой застройки	2	79	5	
Ж-2	Зона среднеэтажной жилой застройки	17	217	10	
Ж-3	Зона малоэтажной многоквартирной жилой застройки, индивидуального жилищного строительства и блокированной жилой застройки	15	63		
Ж-4	Зона индивидуальной жилой застройки городского типа	24	182	1	
Ж-5	Зона индивидуальной усадебной жилой застройки	18	44	3	
Р-1	Зона парков	5	44	3	
Р-2	Зона рекреационно-ландшафтных территорий	75	191	4	
Р-3	Зона садовых и дачных участков	75	114	3	
Р-4	Зона специальных зеленых насаждений	2	3		
Р-6	Зона рекреационных лесных массивов	59	99	2	
Р-Эспл.	Зона Р-Эспланада		3	2	
СХ	Зона сельскохозяйственного использования	22	24	4	
ТОП-1	Территории общего пользования – скверы, бульвары	9	232	19	
ТОП-2	Территории общего пользования – набережные, пляжи	19	21	1	
ТОП-ДМР	ТОП – долины малых рек (Егошиха) от Северной дамбы в сторону реки Камы		7		
Ц-1	Зона обслуживания и деловой активности городского центра		55	9	
Ц-2	Зона обслуживания и деловой активности местного значения	20	219	18	
Ц-3	Зона деловой, обслуживающей и производственной активности при транспортных узлах	2	38	1	
Ц-4	Зона центра обслуживания рекреационных территорий	1	33		
Ц-5	Зона оптовой торговли, открытых рынков	3	74	8	
Ц-6	Зона обслуживания промышленности, торговли, складирования и мелкого производства.	7	170	15	1
ЦС-1	Зона учреждений здравоохранения	3	101	2	
ЦС-2	Зона высших, средних специальных учебных заведений и научных комплексов	3	95	9	
ЦС-3	Зона спортивных и спортивно-зрелищных сооружений	5	101	7	
ЦС-4	Зона религиозных объектов	1	30		
ЦС-К	Зона общественных пространств и объектов культурного развития		2		

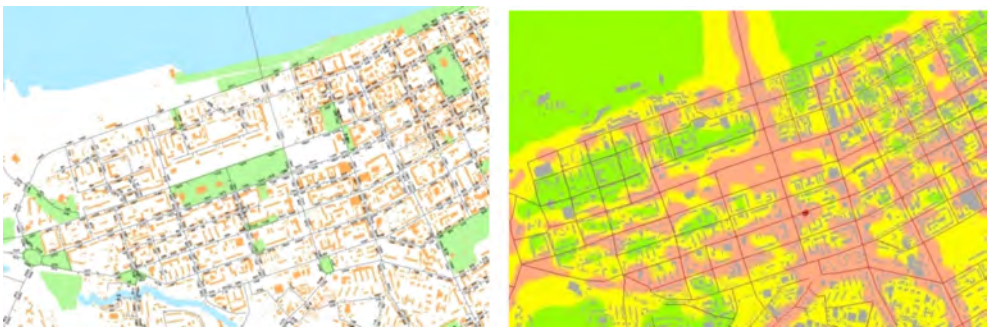
Из 1889 участков города с нормируемыми показателями (905 участков территориальных зон, на которых допускается размещение жилых домов, и 984 участка территориальных зон, на которых допускается размещение рекреационных объектов) 136 полностью или частично расположены в зонах неприемлемого риска для здоровья жителей города, в том числе 135 участков расположены в зонах «настораживающего» риска, 1 – в зоне высокого риска.

Такая ситуация не может не настораживать, а информация о рисках здоровью может и должна доводиться до лиц, принимающих решений на уровне города. Оценка риска для здоровья горожан – удобный и практичный инструмент обоснования пространственных, в том числе архитектурно-планировочных решений. Предлагаемые подходы удовлетворительно корреспондируются с лучшими отечественными

практиками [Игнатова Ю.С. и др., 2022; Кулагов С.А., 2022] и международными подходами [Morales J.M. et al., 2016; Völker. S. et al., 2015].

Немаловажным является и пространственная оценка и прогноз рисков, связанных с повышенной шумовой нагрузкой на территории города.

Так, оценка риска здоровью населения г. Перми под воздействием транспортного шума показала, что порядка 60 % селитебной территории находится в зонах акустического дискомфорта (Ldn > 55 дБА). Основная причина – транспортный шум. На рис. 10.5.4 приведен пример пространственного анализа шумового загрязнения от источников автотранспортного шума центральной части г. Перми.



а *б*

Рис. 10.5.4. Распределение транспортных потоков (*а*) и уровень шумового воздействия (*б*) в центральной части г. Перми

Акустическая ситуация в Перми, в том числе на территориях с высокой плотностью жилой застройки, характеризуется уровнями дневного шума, достигающими 78 дБА, ночного – 63 дБА.

В городе, где проживает порядка 1042,8 тыс. человек, допустимый, приемлемый пожизненный риск от шумового фактора испытывает только 10 % всего населения.

Ситуация требует обязательного учета рисков для здоровья при проработке вопросов градостроительного зонирования, планирования территорий, развития транспортной инфраструктуры и других вопросов, тесно связанных с обеспечением благоприятной акустической обстановки [Добрякова В.А. и др., 2015; Environmental Noise Guidelines for the European Region, 2018].

Так, к примеру, предварительный расчет рисков может использоваться при принятии решений о структуре застройки и использовании шумозащитных конструкций и материалов.

Оценка риска от воздействия транспортного шума выполнена для участка в 30 гектаров в центре города, где планировалось строительство комплекса зданий переменной этажности (рис. 10.5.5).

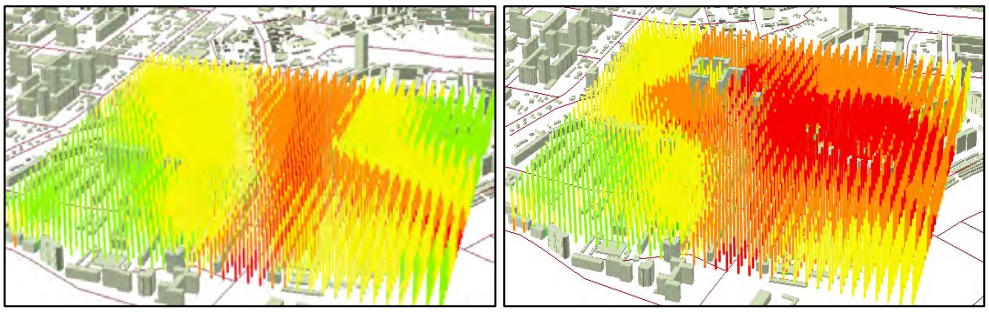
В кластере квартальной застройки запроектировано три новых улицы, 12 новых проездов и дорог и реконструкция существующей транспортной инфраструктуры.

С учетом перспективного изменения перечня источников шума и объектов экранирования, на основании запланированного строительства комплекса были проведены акустические расчеты и оценка рисков для здоровья потенциальных жильцов комплекса.

Установлено, что в приземном слое, на уровне слышимости человеком (1,5 м), уровни шума в целом на исследуемой территории формировали как приемлемые риски для населения, так и очень высокие риски – в зависимости от расположения домов (рис. 10.5.6).

а *б*

Рис. 10.5.5. Схема размещения жилых домов в границах планируемой застройки



а *б*

Рис. 10.5.6. Трехмерная картина акустического воздействия: *а* – до строительства; *б* – после строительства. Красным и оранжевым цветом выделены зоны неприемлемого риска для здоровья

Высотная застройка, создавая эффект «экранирования» и отражения звука, способствовала повышению уровня риска для жильцов верхних этажей.

Результаты трехмерного моделирования в полной мере отражают типовую картину распространения уровней автотранспортного шума в условиях плотной городской застройки. Отсутствие гарантии соблюдения гигиенических нормативов уровней шума, отсутствие приемлемого риска для здоровья, недостаточный акустический комфорт свидетельствуют о необходимости применения новых конструктивных, планировочных, организационных или иных решений на уровне муниципалитета.

Полученные результаты исследования свидетельствуют о необходимости постоянного контроля и совершенствования механизмов обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в условиях городской среды силами администрации города. Кроме того, полученная информация может служить основанием для разработки и внедрения природоохранных мероприятий, направленных на снижение уровней шума на исследуемой территории за счет технических, архитектурно-планировочных, организационных и иных мероприятий.

Представленный механизм расчетной акустической оценки с применением ГИС позволяет расширить области анализа и повысить качество получаемых результатов для задач комплексного санитарно-гигиенического анализа для любой территории и должен стать неотъемлемой составляющей при планировании жилой застройки и обеспечения благоприятной городской среды.

10.6. Анализ риска здоровью населения как информационная система организации мониторинга и формирования комплексных планов воздухоохранных мероприятий федерального проекта «Чистый воздух»

Федеральный проект «Чистый воздух» национального проекта «Экология» реализуется с целью снижения в два раза выбросов опасных загрязняющих веществ, оказывающих наибольшее негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека, в крупных промышленных центрах, на территории которых проблемы качества воздуха и потенциальных рисков для здоровья жителей стоят наиболее остро. На момент старта федерального проекта в него вошло 12 городов [Паспорт национального проекта «Экология»]. В 2022 г. было дополнительно включено еще 29 городских поселений и городских округов с высоким и очень высоким загрязнением атмосферы [Распоряжение Правительства РФ от 07.07.2022 № 1852-р].

Для методического обеспечения достижения целей федерального проекта «Чистый воздух» был принят закон о проведении эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ [Федеральный закон от 26.07.2019 № 195-ФЗ], согласно которому для определения перечня приоритетных загрязняющих веществ и квотирования выбросов объектов Роспотребнадзор осуществляет расчет и оценку риска для здоровья человека на территориях городов-участников проекта.

Основной задачей такой оценки является получение количественных характеристик риска здоровью, определение перечня химических веществ, которые вносят наибольшие вклады в риски (приоритетные вещества), и основных источников загрязнения атмосферы города этими веществами (приоритетные объекты). Именно сокращение выбросов наиболее опасных для здоровья человека веществ должно предусматриваться комплексными планами воздухоохранных мероприятий на территориях. Эти вещества должны рассматриваться как приоритеты государственного мониторинга, а источники их поступления в среду обитания – как приоритеты при экологическом нормировании (квотировании) выбросов.

Такие подходы полностью соответствуют современным тенденциям управления качеством атмосферного воздуха, которые ориентированы на снижение рисков здоровью населения, сопрягаются с задачами сохранения здоровья нации и повышения медико-демографического потенциала страны [Попова А.Ю., 2014, 2019; Ревич Б.А., 2019].

Наиболее информативным и надежным источником оценки уровня загрязнения атмосферы являются результаты систематических инструментальных исследований (измерений), проводимых в рамках экологического и социально-гигиенического мониторинга, а также производственного контроля самими хозяйствующими субъектами.

Выбор оптимального перечня измеряемых показателей, количества и мест размещения точек наблюдений за уровнем загрязнения атмосферного воздуха является важной научной и практической задачей.

Следует отметить, что сформированная еще в 60-х гг. прошлого столетия система государственного экологического мониторинга имеет единый строгий порядок, определяющий размещение, количество постов наблюдений, а также программы и сроки наблюдений. Этот порядок закреплен «Руководством по контролю загрязнения атмосферы» [Р 52.04.186-89] и соблюдается всеми структурными подразделениями уполномоченного органа – Росгидромета. Согласно рекомендациям указанного документа (см. раздел 2.2. «Размещение и количество постов наблюдения»), *«… посты необходимо устанавливать в первую очередь в тех жилых районах, где возможны наибольшие средние уровни загрязнения, затем в административном центре населенного пункта и в жилых районах с различными типами застройки, а также в парках, зонах отдыха…».*

В программу мониторинга включаются примеси, отобранные по критериям параметра потребления воздуха (см. «Руководство по контролю загрязнения атмосферы»,

раздел 2.4. «Определение перечня веществ, подлежащих контролю») с учетом классов опасности веществ. На опорных постах экологического мониторинга обязательным является и определение общераспространенных примесей: пыли, диоксида серы, оксида углерода, оксида и диоксида азота. Кроме того, в обязательный перечень контролируемых веществ в городах с населением более 100 тыс. жителей включаются растворимые сульфаты; более 500 тыс. жителей – формальдегид и соединения свинца (данные примеси в большом количестве выбрасываются автотранспортом); в городах с предприятиями черной и цветной металлургии – металлы. Бенз(а)пирен является обязательным для мониторинга веществом в городах с населением более 100 тыс. жителей и в населенных пунктах с крупными источниками выбросов; пестициды – в городах, расположенных вблизи крупных сельскохозяйственных территорий, на которых используются пестициды. Предполагается, что программы должны обеспечивать не менее 200 наблюдений за концентрацией каждой примеси.

Выбор точек инструментальных исследований при производственном контроле определяется границей санитарно-защитной зон и / или точками ближайшего жилья [Просвирякова И.А., 2014; Кирсанов В.В. и др., 2007; Астапенко Е.О., 2015].

Единообразный и четкий порядок выбора точек и формирования программ мониторинга качества воздуха в рамках СГМ нормативно не закреплен. Инструктивное письмо 2006 года [Письмо Роспотребнадзора от 02.10.2006 г. № 0100/10460-06-32] *определяет принципы выбора мест измерений, которые близки тем, что установлены Росгидрометом: «…Стационарный и маршрутный посты размещаются в местах, выбранных на основе предварительного исследования загрязнения воздушной среды населенного пункта промышленными выбросами, выбросами автотранспорта, бытовыми и другими источниками и условий их рассеивания. Стационарные и маршрутные посты размещаются в жилых районах с различным типом застройки…Размещение постов определяется с учетом наибольшей плотности и численности населения.. размещения промышленных зон, сети магистралей… Для оценки приоритетности загрязняющих веществ должен быть выполнен сбор информации и созданы необходимые базы данных…».* Что включает в себя предварительное исследование, на какую информацию следует ориентироваться для оценки приоритетности – остается за рамками инструктивного письма.

Вместе с тем задачи по научному обоснованию точек и программ наблюдений за качеством атмосферного воздуха решаются многими исследователями. С появлением автоматизированных программ расчетов рассеивания выбросов пространственный анализ полей концентраций стал одним из важнейших инструментов совершенствования системы выбора точек и примесей для контроля [Винокурова М.В. и др., 2004; Киселев А.В. и др., 2017]. Еще больше результаты рассеивания стали востребованы с внедрением в практику геоинформационных систем [Волкодаева М.В., 2015; Зайцева Н.В. и др., 2010]. Однако расчеты рассеивания, по мнению ряда авторов, требуют верификации результатов данными автоматизированных систем непрерывного контроля и учета выбросов и / или инструментальными исследованиями [Игонин Е.И. и др., 2016] и далеко не всегда могут являться единственной основой для формирования программ наблюдения [Кику П.Ф. и др., 2015].

Распространение методологии оценки рисков для здоровья при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания человека, ориентация на такие критерии безопасности, как референтные уровни при кратковременном и хроническом воздействии, привело к пониманию того, что программы мониторинга могут и должны строиться с учетом потенциальных угроз для человека [Кику П.Ф. и др., 2015; Soares P.H. et al., 2018].

Осознание сложности проблемы привело многих исследователей к пониманию актуальности интеграции разных систем мониторинга. Так, в работах П.В. Рослякова и соавт. [Росляков П.В. и др., 2015a,b] описаны подходы к сопряжению результатов производственного автоматического контроля выбросов теплоэлектростанции с результатами мониторинга качества атмосферного воздуха в районе воздействия источника и расчетами рассеивания примесей от трубы теплоэлектростанции. В.А. Даренских (2018) указывает на актуальность единого комплексного

подхода при организации государственного надзора и производственного контроля в области охраны атмосферного воздуха [Даренских В.А., 2018]. Е.Л. Овчинникова с соавт. (2018) указывают на необходимость сопряжения социально-гигиенического мониторинга и санитарно-эпидемиологического контроля в области охраны атмосферного воздуха [Овчинникова Е.Л. и др., 2018]. Однако нормативно-методической базы такой интеграции до настоящего времени крайне недостаточно. Вместе с тем задачи, поставленные федеральным проектом, сформировали на сегодня высокую потребность в такой интеграции и создали предпосылки ее реализации на приоритетных территориях. Многомерность задач, высокая стоимость инструментальных исследований при ограниченности кадровых, финансовых и иных ресурсов диктовала ориентацию на интеграцию систем наблюдения за качеством воздуха – экологического, социально-гигиенического мониторинга и производственного контроля при приоритете интересов жизни и здоровья населения. Расчеты рассеивания рассматривали как элемент общей системы выбора приоритетов.

В результате были разработаны два методических подхода к формированию программ мониторинга качества атмосферного воздуха для территорий с наличием сводной базы данных параметров источников выбросов и для территорий, для которых отсутствуют результаты сводных расчетов. Предполагали, что система выбора точек и программ мониторинга должна носить динамический характер и подлежать пересмотру и развитию на основе как расчетных данных, так и результатов исследований за определенный период. В дальнейшем эти методические подходы были утверждены методическими рекомендациями МР 2.1.6.0157-19.

Для территорий, на которых ***отсутствуют*** результаты сводных расчетов, был предложен следующий алгоритм обоснования выбора точек постов и формирования программ мониторинга качества атмосферного воздуха:

Шаг 1. Формируют векторную карту города, на которой отображают промышленные площадки, селитебные территории и все имеющиеся посты наблюдения за качеством воздуха. Атрибутивная база промышленных площадок должна содержать данные о фактических и допустимых выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Слой селитебных территорий должен содержать информацию о плотности населения в разных зонах города.

Шаг 2. Все селитебные территории покрывают регулярной сеткой. Шаг сетки определяется общей площадью территории и вычислительными возможностями разработчиков. При апробации подходов рассматривали сетки с шагом 200×200 м и 400×400 м. Частая сетка обеспечивает максимально обоснованные выводы, однако и шаг сетки 400×400 м показал удовлетворительный для анализа результат. Более крупная регулярная сетка представляется нецелесообразной, поскольку приземные концентрации в зонах влияния низких и средних по высоте источников выбросов изменяются по мере удаления от источника достаточно существенно и крупная сетка может «пропустить» высокие концентрации примеси.

Шаг 3. В соответствии с п. 4.7. Р 2.1.10.1920-04 для каждого хозяйствующего субъекта – источника выбросов загрязняющих веществ – выполняют расчет индексов сравнительной канцерогенной и неканцерогенной опасности по всем веществам.

1. Рассчитывают суммарный индекс канцерогенной (K_i^k) и неканцерогенной (K_i^H) опасности для предприятия (хозяйствующего субъекта в целом) по формуле (10.6.1):

$$K_i = \sum_{n=1}^{N} E_j \cdot TW_j, \qquad (10.6.1)$$

где E_j – величина условной экспозиции, формируемой j-й примесью, т/год;

TW_j – весовой коэффициент влияния на здоровье, принимаемый при расчете коэффициентов канцерогенной или неканцерогенной опасности в соответствии с табл. 4.7. и. 4.8. руководства Р 2.1.10.1920–04;

T – число примесей, выбрасываемых хозяйствующим субъектом.

2. Каждое предприятие характеризуют коэффициентом, который представляет собой нормированный коэффициент «опасности» (K_i), учитывающий коэффициенты канцерогенной и неканцерогенной опасности (10.6.2):

$$K_i^H = \frac{K_i}{K^{\max}}, \quad K_i^K = \frac{K_i}{K^{\max}}, \quad K_i = K_i^H + K_i^K, \tag{10.6.2}$$

где i – номер предприятия.

Шаг 4. Геометрический центр каждой промышленной площадки соединяют с центральной точкой каждого квадрата расчетной сетки прямой линией (вектором L) (векторы не строят при удалении точки от хозяйствующего субъекта более чем на 20 км).

Шаг 5. Направление каждого вектора соотносят с векторами розы ветров. Вектору присваивают коэффициент, характеризующий повторяемость ветра соседних с ним румбов розы ветров по формуле (10.6.3):

$$V = \frac{(g - g_1)}{(g_2 - g_1)}(v_2 - v_1) - v_1, \tag{10.6.3}$$

где g – направление вектора, град;

g_1, g_2 – направление векторов соседних румбов, град;

v_1, v_2 – повторяемость ветра соседних румбов.

Коэффициент L_{im}, характеризующий силу влияния i-го предприятия на m-й квадрат расчетной сетки, вычисляют по формуле (10.6.4):

$$L_{im} = \frac{1}{R_{im}} V_{im}, \tag{10.6.4}$$

где i – номер предприятия;

m – номер квадрата расчетной сетки.

Шаг 6. Каждый квадрат расчетной сетки характеризуется суммарным коэффициентом опасности (S_j), который учитывает потенциальные воздействия хозяйствующих субъектов территории (10.6.5):

$$S_m = \sum_i K_i \cdot L_{im}. \tag{10.6.5}$$

Шаг 7. Оценивают соответствие расположения уже функционирующих постов локализации зон разной опасности на территории и структуры химических факторов, формирующих эту опасность, уже реализуемым программам на постах.

Шаг 8. На основании полученного анализа разрабатывают рекомендации по оптимизации системы мониторинга качества воздуха с учетом следующих аспектов:

– сеть точек мониторинга должна позволять оценивать риски не менее чем для 95 % населения территории;

– сеть должна быть оптимально плотной и распределенной по территории жилой застройки с учетом того, что репрезентативность инструментальных наблюдений снижается по мере удаления от поста [Р 52.04.186-89];

– программа наблюдений должна включать все примеси, которые потенциально могут формировать неприемлемые риски для здоровья человека или вносить в этот риск значительный вклад (от 10 до 100 %);

– программа может включать в себя вещества, маркерные (индикаторные) для предприятий с максимальными объемами выбросов и уровнем опасности по рассчитанным критериям K_i.

В качестве объектов для отработки методических подходов к выбору мест расположения постов наблюдения и программ мониторинга качества атмосферного воздуха были рассмотрены два города из списка приоритетных: Чита и Красноярск. Это – территории с различной численностью населения, структурой промышленности,

структурой выбросов в атмосферу, однако близкие по климатогеографическим условиям и уровню напряженности санитарно-эпидемиологической ситуации в части качества атмосферного воздуха. Обе территории расположены в зонах локализации устойчивого высотного Сибирского антициклона с нисходящими потоками, не дающими рассеиваться загрязнениям; малого количества осадков, очищающих атмосферу; длительного отопительного сезона; преимущественно угольно-мазутной энергетики, причем часто использующей высокозольные бурые угли; специализации на добывающей и тяжелой индустрии [Клюев Н.Н. и др., 2018; Зайцева Н.В. и др., 2019].

В Чите на момент разработки методических подходов сводная база данных параметров источников выбросов отсутствовала. В Красноярске уже была сформирована такая база, включающая стационарные источники предприятий, источники выбросов частных домохозяйств, не имеющих систем централизованного теплоснабжения, и учитывающая выбросы автотранспорта.

Апробация подхода на примере Читы показала:

– уровень потенциальной опасности для населения города, формируемый выбросами промышленных предприятий, неоднороден (рис. 10.6.1);

– посты мониторинга сети УГМС могут рассматриваться как часть общей сети без изменения их локации;

– обоснованным с учетом критериев риска для здоровья населения и последующей оценки эффективности мероприятий проекта «Чистый воздух» является дополнение сети как минимум двумя точками наблюдений: в северо-восточной и западной частях селитебной территории (условные номера квадратов расчетной сетки на рис. 10.6.1).

– приоритетными по критериям опасности для здоровья населения в городе являются выбросы серы диоксида, взвешенных веществ, оксидов азота, соединений марганца, оксида углерода, бенз(а)пирена и сажи; фтористых соединения и углеводородов.

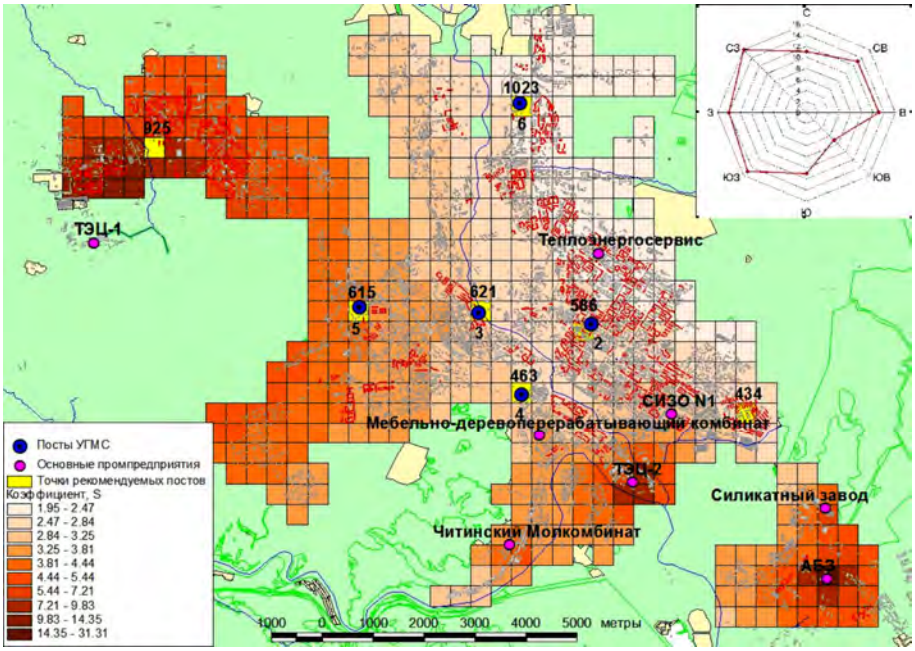


Рис. 10.6.1. Карта-схема пространственного распределения сравнительного индекса опасности для здоровья человека в г. Чите, формируемого выбросами стационарных источников

Из приоритетных примесей практически все, кроме марганца, уже входят в программы мониторинговых наблюдений. Марганец рекомендовано включить как дополнительный компонент в программы мониторинга. Кроме того, рекомендовано измерение на всех постах не только взвешенных частиц, а но и мелкодисперсных фракций PM_{10}, $PM_{2.5}$ – как наиболее опасных для здоровья человека [Miri M. и др., 2018; Kim H.-B. и др., 2018].

Для территорий, на которых ***имеются*** результаты сводных расчетов рассеивания выбросов в целом по городу, предложен следующий алгоритм обоснования выбора точек постов и программ мониторинга качества атмосферного воздуха:

Шаг 1. Формируют базу данных, в которой каждая расчетная точка на территории характеризуется совокупностью концентраций *N* ингредиентов. База данных представляет собой матрицу, построенную на базе выходных файлов результатов расчета. При наличии на территории постов мониторинга сети УГМС или территориальной сети наблюдения расчетные данные верифицируют данными инструментальных исследований на действующих постах мониторинга качества атмосферного воздуха (в соответствии с алгоритмом, изложенным в разделе настоящей монографии «Повышение качества оценки экспозиции населения при оценке рисков здоровью в рамках социально-гигиенического мониторинга»).

Шаг 2. На основе полученных данных в каждой расчетной точке сетки вычисляют параметры канцерогенного и острого и хронического неканцерогенного риска с использованием стандартных процедур [Р 2.1.10.1920-04]:

– коэффициенты опасности острого неканцерогенного воздействия (*HQac*) для приоритетных химических веществ, обладающих научно доказанной потенциальной способностью оказывать острое негативное влияние на организм человека с использованием максимальных разовых концентраций изучаемых веществ;

– коэффициенты опасности хронического неканцерогенного воздействия (*HQch*) для приоритетных химических веществ, обладающих научно доказанной потенциальной способностью оказывать хроническое негативное влияние на организм человека с использованием среднегодовых концентраций изучаемых веществ;

– индивидуальный канцерогенный риск (*CR*) для приоритетных химических веществ канцерогенного спектра действия.

Шаг 3. Для задач зонирования территории города по критериям риска для здоровья населения проводят процедуру кластерного анализа с использованием стандартных методов, которые позволяют разбить изучаемую совокупность расчетных точек на группы «схожих» по системе параметров кластеров.

Поскольку параметры канцерогенного и неканцерогенного риска имеют разную размерность, перед проведением процедуры кластеризации объекты (параметры) стандартизируют (10.6.6):

$$Y = \frac{X - \overline{X}}{S}, \qquad (10.6.6)$$

где X – исходное значение параметра;

Y – стандартизированное значение параметра;

$\overline{X}$ – среднее значение параметра;

S – стандартное отклонение.

Шаг 4. При выборе точки размещения поста мониторинга качества атмосферного воздуха учитывают требования:

– точка поста в выделенной зоне (кластере) должна быть размещена в точке с наибольшими или типичными параметрами формируемого риска;

– точка поста должна быть расположена в зоне наибольшей плотности экспонируемого населения.

Шаг 5. Для выделения внутри кластера точки размещения поста наблюдения за качеством атмосферного воздуха для СГМ слой кластеров «пересекают» со слоем плотности населения, который представляет собой сетку, покрывающую все се-

литебную территорию. В результате каждая ячейка сетки содержит информацию о количестве населения, проживающего на данной территории, и параметрах формируемого канцерогенного и неканцерогенного риска. В результате пересечения слоев выбирают реперные точки, которые находятся в границах кластера и имеют плотность населения выше 75 % максимальной плотности населения по кластеру (> 75 % P^Nmax).

Шаг 6. Перечень загрязняющих веществ, которые необходимо измерять в предлагаемой точке, определяют путем ранжирования факторов риска для здоровья, учитывая наличие инструментальных методов определения веществ в атмосферном воздухе, диапазон их чувствительности. Область аккредитации и материальные возможности испытательного лабораторного центра могут являться ограничениями при реализации предлагаемой программы мониторинга качества атмосферного воздуха.

Апробацию второго методического подхода выполняли на примере г. Красноярска, реализуя его параллельно с предварительной оценкой опасности выбросов по первому алгоритму. Результаты показали удовлетворительную сходимость результатов в части обоснования зон (точек) размещения постов.

В качестве исходных данных использовали результаты сводных расчетов рассеивания загрязняющих веществ, данные инструментальных измерений качества атмосферного воздуха за 2014–2019 гг. на постах Росгидромета, Роспотребнадзора и территориальной сети наблюдения КГБУ «Центр реализации мероприятий по природопользованию и охране окружающей среды Красноярского края», результаты их сопряженного анализа, результаты оценки параметров риска здоровью, кластерного анализа с применением геоинформационных систем. Реализация алгоритма МР 2.1.6.0157-19 позволила разделить территорию города на 10 кластеров, схожих по системе параметров риска здоровью населения, выбрать точки оптимального расположения постов мониторинга с учетом критериев риска и плотности проживающего населения в каждом кластере (рис. 10.6.2).

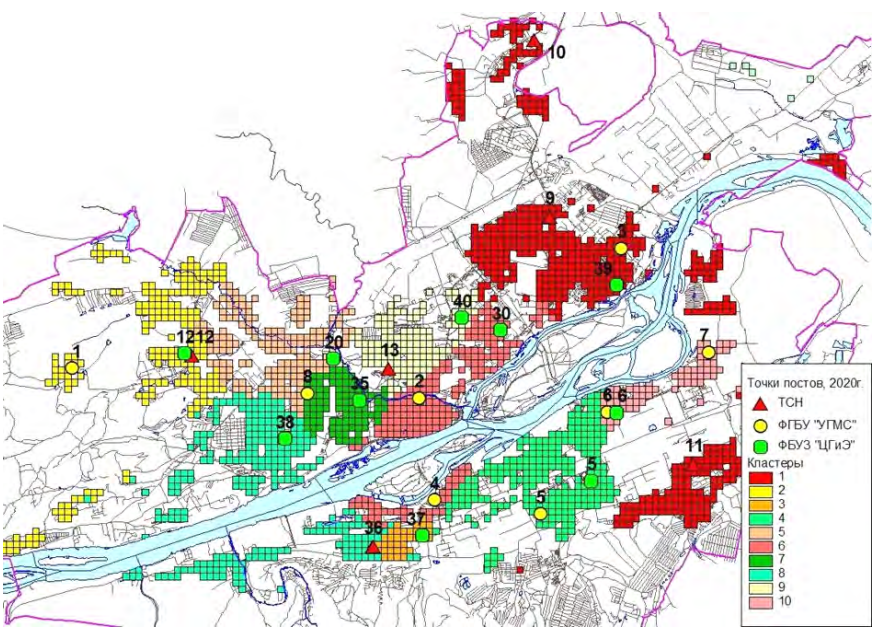


Рис. 10.6.2. Схема расположения 10 кластеров, предлагаемых в них постов для СГМ и существующих постов мониторинга качества атмосферного воздуха ФГБУ «Среднесибирское УГМС», КГБУ «Центр реализации мероприятий по природопользованию и охране окружающей среды Красноярского края» [Клейн С.В. и др., 2020]

Для каждого поста наблюдения сформирована программа наблюдения и определен перечень веществ, характеризующих данный кластер, подлежащих контролю. Совокупно программа мониторинга включала 23 уникальных вещества по полной программе мониторинга и 13 веществ для рекогносцировочной оценки.

В программу социально-гигиенического мониторинга предложено включить: азота оксид, азота диоксид, аммиак, бенз(а)пирен, бензол, бута-1,3-диен, взвешенные вещества, гидроксибензол, гидрохлорид, дигидросульфид, диметилбензол (смесь о-, м-, п- изомеров), проп-2-ен-1-аль, серы диоксид, углерод, углерода оксид, формальдегид, фториды неорганические плохо растворимые, фтористые газообразные соединения (в пересчете на фтор), этилбензол и пр.

В результате мониторинговыми исследованиями качества атмосферного воздуха, включающими приоритетные вещества, создающие неприемлемый уровень потенциального воздействия на здоровье, охвачено более 99 % населения исследуемой территории.

Проведенные исследования показали, что предложенные и апробированные методические подходы к обоснованию точек и программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха в рамках социально-гигиенического мониторинга с учетом сложившейся сети экологического мониторинга на текущий момент могут быть реализованы на любой территории как вошедшей в список приоритетных в рамках федерального проекта «Чистый воздух», так и не включенной в него.

Апробация методических подходов к формированию программ мониторинга качества атмосферного воздуха выполнена и для других городов – участников федерального проекта «Чистый воздух» – Братска, Норильска. Исходными данными для оценки риска явились результаты расчетов рассеивания, выполненные с использованием сводных баз данных стационарных и передвижных источников выбросов, переданные исполнителям работ Министерством природных ресурсов в виде электронного банка данных, а также материалы отчетов и заключений по результатам выполнения сводных расчетов.

Оценка риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, по расчетным данным (результатам расчетов рассеивания) выявила наличие неприемлемых, в том числе высоких, рисков для здоровья в городах – участниках федерального проекта «Чистый воздух» – Братске, Норильске, Красноярске, Чите. Кратность превышения допустимых уровней риска (по показателю индекса опасности) достигала 15–20 раз. В зонах неприемлемого риска проживает более 600 тыс. человек, в том числе более 200 тыс. – в зонах высокого риска возникновения заболеваний (табл. 10.6.1).

Таблица 10.6.1

Риск нарушений функций органов дыхания (индексы опасности) на исследованных территориях по результатам расчетов рассеивания примесей и численность населения в зонах неприемлемого риска

Показатель	Братск	Норильск	Красноярск	Чита
Острое (кратковременное) воздействие загрязняющих веществ				
Средневзвешенный по городу (по численности населения) индекс опасности	3,40	7,49	1,68	2,17
Максимальный зарегистрированный индекс опасности	7,5	13,2	9,3	28,3
Численность населения в зонах неприемлемого риска, тыс. человек	156,3	181,83	131,91	136,88
Доля населения от общей численности в зонах неприемлемого острого риска, %	69,1	100	12,4	38,9
Хроническое (длительное) воздействие загрязняющих веществ				
Средневзвешенный по городу (по численности населения) индекс опасности	1,50	12,76	1,54	1,56

Окончание табл. 10.6.1

Показатель	Братск	Норильск	Красноярск	Чита
Максимальный зарегистрированный индекс опасности	3,40	42,24	58,74	3,74
Численность населения в зонах высокого риска, тыс. человек	0,01	181,83	7,68	13,97
Доля населения от общей численности в зонах неприемлемого риска, %	0,004	100	7,2	3,9

Критически поражаемыми органами и системами являются органы дыхания, иммунная система, кровь, развитие потомства и пр.

Определенные для каждой территории химические примеси и их источники, вносящие в сумме до 90 % вклада в неприемлемые риски (пример – в табл. 10.6.2), рассматриваются как приоритеты для ведения мониторинга и квотирования.

Таблица 10.6.2

Вклад основных факторов в острый риск болезней органов дыхания в зонах неприемлемого аэрогенного риска здоровью жителей г. Красноярска

Параметр	Зоны с уровнем риска «настораживающий»					Зоны с уровнем риска «высокий»	
Индекс опасности	3,24	3,56	3,85	3,90	4,14	6,26	7,56
Загрязняющее вещество	Вклад отдельных факторов в суммарный острый риск, %						
Взвешенные вещества	3,41	3,11	13,66	2,84	31,19	27,18	35,66
Пыль неорг. SiO_2 70–20 %	10,42	47,58	32,05	22,77	12,75	47,22	25,65
Пыль неорг.: менее 20 % SiO_2	4,34	6,78	20,45	8,09	4,61	1,66	8,94
Пыль древесная	2,74	0,52	0,44	2,30	0,64	1,50	0,50
Пыль неорг. более 70 % SiO_2	1,66	0,03	0,61	0,05	0,19	0,03	0,13
Пыль абразивная	0,42	0,11	0,12	2,94	0,15	0,02	0,39
Азота диоксид	54,72	14,31	17,42	21,44	31,69	11,94	12,19
Сера диоксид	5,24	11,97	7,43	4,71	7,33	7,70	3,55
Азот (II) оксид	5,81	1,54	3,14	2,34	3,54	1,33	1,42
Натрий гидроксид	6,32	1,88	1,16	9,89	1,51	0,37	3,88
Проп-2-ен-1-аль	1,04	2,93	0,98	15,85	1,30	0,20	5,41
Фтористые газообразные соединения	0,56	2,96	0,47	1,15	1,31	0,17	0,37
Итого	96,68	93,72	97,93	95,0	96,21	99,32	98,09

К ним относятся: азота диоксид, взвешенные вещества и отдельные виды пыли, серы диоксид, бенз(а)пирен, углерод (сажа), бензол, которые вошли в список приоритетов на всех исследованных территориях. Фтористые соединения, тяжелые металлы, ряд других приоритетных примесей вносили значимый вклад в риски здоровью в отдельных городах, где отражали специфику выбросов предприятий (табл. 10.6.3).

В связи с довольно значимыми расхождениями между уровнями приземных концентраций, полученными расчетным путем и в ходе инструментального мониторинга, представляется целесообразным и актуальным проведение процедуры дополнительной верификации расчетных данных данными инструментальных измерений (см. раздел данной монографии «Повышение качества оценки экспозиции населения при оценке рисков здоровью в рамках социально-гигиенического мониторинга») и, возможно, корректировка исходных сводных баз данных об источниках, структуре и массе выбросов веществ в атмосферу в каждом из исследуемых городов (табл. 10.6.4). При этом отдельная нормативная и методическая поддержка требуется в отношении учета всех видов пылевых частиц и учета мелкодисперсных фракций твердых выбросов микроразмерного диапазона (PM_{10}, $PM_{2.5}$).

Таблица 10.6.3

Химические вещества, компоненты выбросов предприятий, транспорта, автономных источников теплоснабжения, формирующие в сумме 95 % неприемлемого риска на территории исследованных городов

Приоритетное загрязняющее вещество	Братск	Норильск	Красноярск	Чита
Азота диоксид	+	+	+	+
Взвешенные вещества	+	+	+	+
Сера диоксид	+	+	+	+
Бенз(а)пирен	+	+	+	+
Углерод (сажа)	+	+	+	+
Бензол	+	+	+	+
Никеля соединения		+		
Марганец и его соед.		+	+	
Меди оксид		+		
Хром (VI+)	+		+	
Азота оксид	+		+	
Фториды газообр.	+	+		
Углерода оксид			+	+
Серная кислота		+		

Таблица 10.6.4

Фрагмент сопоставительного анализа расчетных и инструментально измеренных концентраций химических веществ в точках размещения постов экологического мониторинга на исследованных территориях

№ поста	Загрязняющее вещество	Территория	$C_{изм}$	$C_{расч}$	$C_{изм}$ / $C_{расч}$	Недоучтенный эффект в отношении органов и систем
1	2	3	4	5	6	7
98-й персентиль разовых концентраций, мг/м^3						
2	Сероводород	Братск	0,006	0,0001	60	Органы дыхания
7	Сероводород	Братск	0,006	0,0001	60	Органы дыхания
8	Сероводород	Чита	0,022	0,000003	733	Органы дыхания
11	Сероводород	Чита	0,017	0,0001	340	Органы дыхания
4	Сероводород	Норильск	0,070	0,34	2,1	Органы дыхания
11	Сероводород	Норильск	0,070	0,040	1,8	Органы дыхания
1	Фтористый водород	Красноярск	0,015	0,002	7,5	Органы дыхания
3	Фтористый водород	Красноярск	0,017	0,005	3,4	Органы дыхания
1	Фенол	Красноярск	0,004	0,0005	8,0	Глаза, органы дыхания
2	Фенол	Чита	0,017	$1{,}5 \cdot 10^{-6}$	11 333	Глаза, органы дыхания
Среднегодовые концентрации, мг/м^3						
3	Бенз(а)пирен	Норильск	$4 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-6}$	5,0	Рак, иммунная система, развитие
4	Бенз(а)пирен	Норильск	$4 \cdot 10^{-7}$	$4 \cdot 10^{-6}$	10,0	Рак, иммунная система, развитие
11	Бенз(а)пирен	Норильск	$4 \cdot 10^{-7}$	$4 \cdot 10^{-6}$	10,0	Рак, иммунная система, развитие
1	Формальдегид	Красноярск	$3 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-6}$	1000	Органы дыхания, иммун. система, рак
3	Формальдегид	Красноярск	0,022	$9{,}9 \cdot 10^{-5}$	220	Органы дыхания, иммун. система, рак

Окончание табл. 10.6.4

1	2	3	4	5	6	7
2	Формальдегид	Чита	0,0089	0,00072	12,4	Органы дыхания, иммун. система, рак
1	Свинец	Красноярск	0,03	$9 \cdot 10^{-5}$	1000	Центральная нервная система, кровь, развитие, репрод. система, рак
4	Свинец	Чита	$3 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-8}$	1500	Центральная нервная система, кровь, развитие, репрод. система, рак
3	Фенол	Чита	0,005	$1 \cdot 10^{-6}$	5000	Сердечно-сосудистая система, почки, центральная нервная система, органы дыхания

С целью корректного учета вкладов конкретных хозяйствующих субъектов в формирование рисков для здоровья населения представляется целесообразным включение в программы мониторинга и производственного контроля маркерных веществ, динамика концентраций которых в воздухе позволила бы идентифицировать источники рисков.

Отдельной актуальной задачей в рамках последующих этапов реализации мероприятий федерального проекта «Чистый воздух» является оценка эффективности и результативности воздухоохранных мероприятий с позиций обеспечения безопасности населения. Такая оценка может быть выполнена как с учетом критериев риска здоровью, так и по результатам оценки динамики апостериорного риска в виде дополнительных случаев заболеваемости, ассоциированной с качеством атмосферного воздуха.

Вместе с тем нельзя не принимать во внимание, что оценка риска осуществляется в условиях многих неопределенностей: неточности и изменчивости параметров источников выбросов; сложности учета одновременности работы и мощности источников выбросов, отсутствия критериев для оценки риска воздействия целого ряда химических веществ и т.п. Во избежание аггравации или, напротив, недооценки рисков здоровью и, соответственно, устранения опасности неадресных и / или неэффективных вложений в природоохранные мероприятия представляется целесообразным дополнять оценку рисков здоровью данными о фактической заболеваемости населения, складывающейся на территории города, и при наличии результатами специальных (направленных) углубленных медико-биологических исследований по тем видам нарушений здоровья, которые идентифицированы как зависимые от уровня загрязнения атмосферы. Эпидемиологические данные с высокой степенью надежности верифицируют рассчитанные уровни риска, что показано в исследованиях ряда авторов [Brunekreef B., 2008; Землянова М.А. и др., 2020]. Сочетание расчетных методов оценки риска, эпидемиологических и медико-демографических исследований представляется оптимальным комплексом, который надежно обеспечивает принятие максимально целесообразных и экономически эффективных решений на локальном и объектовом уровнях.

Представляется, что объектными показателями эффективности и результативности воздухоохранной деятельности (принимаемых мер и осуществляемых вложений [Андришунас А.М. и др., 2022; Суржиков Д.В. и др., 2021; Ганжинова С. и др., 2019] на территории являются:

– концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, установленных прямыми инструментальными измерениями на постах экологического и / или социально-гигиенического мониторинга (СГМ), частота и интенсивность нарушения гигиенических нормативов;

– уровни рисков для здоровья, оцененные не только по данным расчетов рассеивания, но и по данным натурных исследований;

– показатели реальной обращаемости населения за медицинской помощью.

Оценка первых этапов реализации мероприятий федерального проекта «Чистый воздух», закрепленных за Роспотребнадзором, показала, что во всех 12 городах инструментальные исследования выполнялись по сформированным программам в требуемом объеме.

Фактически во всех городах – участниках проекта – в течение всего периода наблюдений регистрировались превышения гигиенических нормативов по одному или нескольким приоритетным веществам.

Так, к примеру, в г. Красноярске в 2022 г. в целом по городу среднегодовые концентрации шести веществ превысили ПДК$_{сг}$. Из 14 приоритетных примесей повышенные уровни загрязнения были зафиксированы по азота оксиду (до 3,32 ПДК$_{сг}$), азота диоксиду (до 4,60 ПДК$_{сг}$), взвешенным веществам (до 1,21 ПДК$_{сг}$), бенз(а)пирену (до 2,07 ПДК$_{сг}$), при этом отдельные виды приоритетных пылей на постах измеряются как «взвешенные вещества». Не вошли в список приоритетных веществ[1], но регистрируются на постах наблюдения в высоких концентрациях, взвешенные частицы PM$_{10}$ (до 1,47 ПДК$_{сг}$), взвешенные частицы PM$_{2.5}$ (до 2,11 ПДК$_{сг}$). Бензол – опасный токсикант и канцероген – зарегистрирован на постах мониторинга на уровне 1 ПДК$_{сг}$.

В Челябинске за этот же период в целом по городу среднегодовые концентрации семи веществ превысили ПДК$_{сг}$: бензол (до 4,81 ПДК$_{сг}$), диметилбензол (до 1,79 ПДК$_{сг}$), проп-2-ен-1-аль (до 5,61 ПДК$_{сг}$), серная кислота (до 26,4 ПДК$_{сг}$), трихлорэтилен (до 1,43 ПДК$_{сг}$), формальдегид (до 1,13 ПДК$_{сг}$), этенилбензол (до 2,87 ПДК$_{сг}$).

В Норильске были зафиксированы уровни до 1,5 ПДК$_{сг}$ по диоксиду азота, до 5 ПКД$_{сг}$ – по бензолу, до 5,6 ПДК$_{сг}$ – по марганцу и 15,4 ПДК$_{сг}$ – по оксиду меди.

В Омске в 2022 г. среднегодовые концентрации бенз(а)пирена и бензола превышали гигиенические нормативы до 1,8 ПДК$_{сг}$ и 3,3 ПДК$_{сг}$ соответственно.

Наиболее высокие уровни загрязнения атмосферы (более 5 ПДК$_{сг}$) наблюдались в отношении среднегодовых концентраций следующих веществ (рис. 10.6.3):

– азота диоксид – до 5,35 ПДК$_{сг}$ в г. Чите;

– бенз(а)пирен – до 22,2 ПДК$_{сг}$ в г.Чите;

– бензол – до 19,9 ПДК$_{сг}$ в г. Нижнем Тагиле;

– дигидросульфид – до 7,71 ПДК$_{сг}$ в г. Чите;

– марганец и его соед. – до 5,58 ПДК$_{сг}$ в г. Норильске;

– меди оксид – до 15,4 ПДК$_{сг}$ в г. Норильске;

– проп-2-ен-1-аль – до 5,61 ПДК$_{сг}$ в г. Челябинске;

– серная кислота – до 26,4 ПДК$_{сг}$ в г. Челябинске;

– хлор – до 5,03 ПДК$_{сг}$ в г. Братске.

На основании данных систематических наблюдений за уровнем загрязнения атмосферного воздуха в системе социально-гигиенического мониторинга оценены риски для здоровья населения[2], обусловленные неблагоприятным влиянием атмосферного воздуха в городах – участниках федерального проекта «Чистый воздух» национального проекта «Экология».

Оценка ингаляционного риска для здоровья населения показала, что в 2022 г. «высокие» и «настораживающие» уровня канцерогенного и / или неканцерогенного риска формируются на территории всех городов – участников федерального проекта «Чистый воздух» (табл. 10.6.5).

---

[1] Причина – отсутствие учета в выбросах источников промышленных предприятий и, соответственно, в данных сводных расчетов по городу.

[2] Оценка риска для здоровья населения в городах – участниках федерального проекта «Чистый воздух» выполнялась с учетом принципа предосторожности и в соответствии с международными рекомендациями: для расчета были приняты уровни загрязнения атмосферного воздуха на верхней 95%-ной доверительной границе измеренных концентраций.

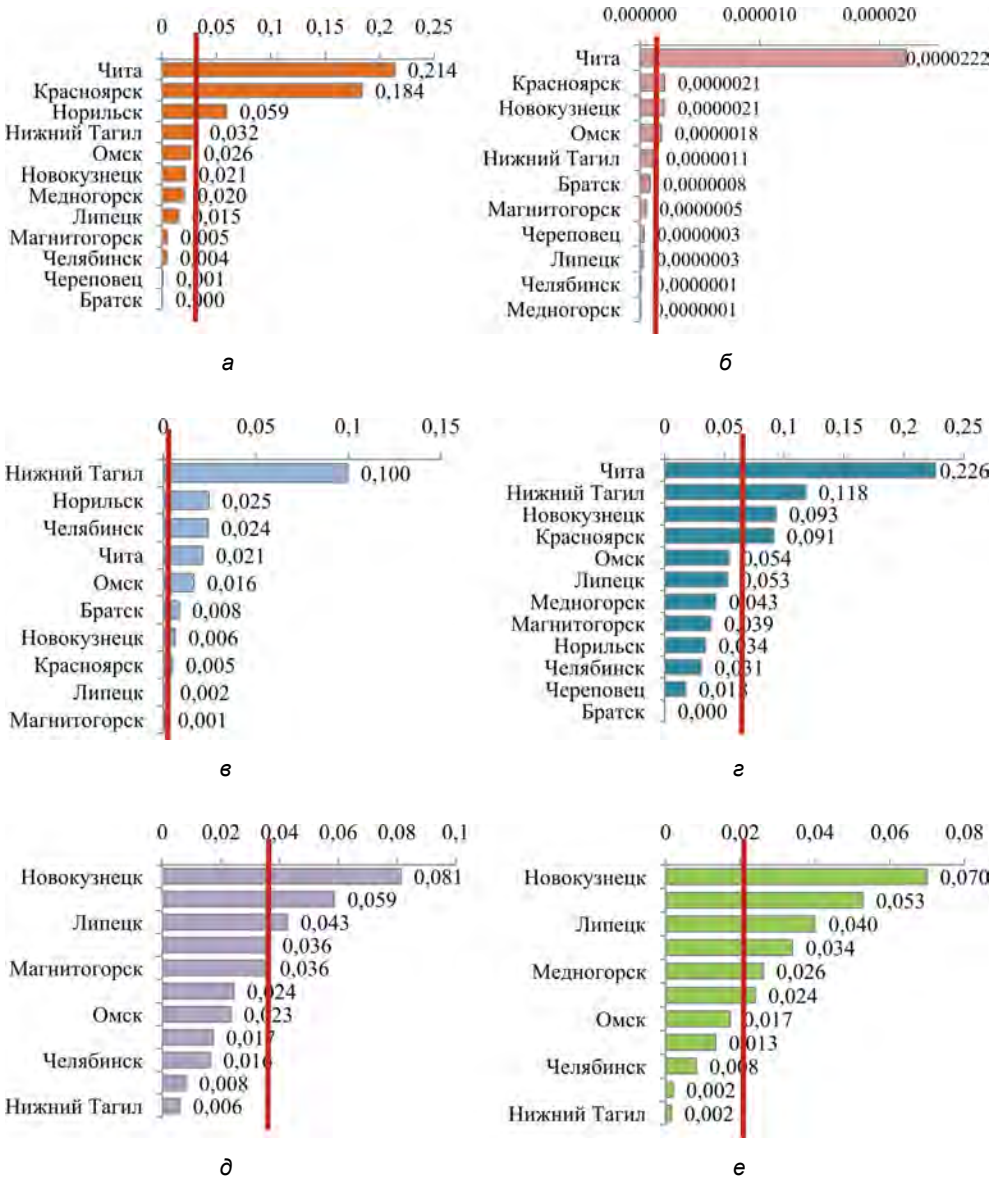


Рис. 10.6.3 Среднегодовые концентрации в атмосферном воздухе (по отношению к $ПДК_{сг}$) в городах – участниках федерального проекта «Чистый воздух» в 2022 г., мг/м^3: *а* – азота диоксида; *б* – бенз(а)пирена; *в* – бензола; *г* – взвешенных веществ; *д* – взвешенных частиц PM_{10}; *е* – взвешенных частиц $PM_{2.5}$

Взвешенные вещества и их фракционный состав определены как приоритет на большинстве территорий федерального проекта «Чистый воздух» [Государственный доклад, 2021]. Только мелкодисперсные фракции пыли формируют реальные медико-демографические потери, которые могут составлять до 0,3–3,5 случая дополнительной смерти на 1000 человек (рис. 10.6.4).

Таблица 10.6.5

Характеристика уровней риска для здоровья населения на территориях городов – участников федерального проекта «Чистый воздух» и вещества, их формирующие (по данным СГМ за 2022 г.)

Город – участник ФП «Чистый воздух»	Уровень канцерогенного риска (вещества*)	Наибольший уровень неканцерогенного риска для приоритетных органов и / или систем	
		острый риск (вещества*)	хронический риск (вещества*)
Братск	Допустимый (бензол, формальдегид)	Допустимый (бензол, формальдегид)	Настораживающий (бензол, серная кислота)
Красноярск	Допустимый (бензол, формальдегид)	Настораживающий (взвешенные частицы $PM_{2.5}$ и PM_{10}, азот (II) оксид, азота диоксид, взвешенные вещества)	Высокий (азота диоксид, взвешенные частицы $PM_{2.5}$ и PM_{10}, азот (II) оксид, бензол, бенз(а)пирен, взвешенные вещества)
Липецк	Допустимый (никель и его соед.)	Высокий (никель и его соед.)	Высокий (никель и его соед.)
Магнитогорск	Допустимый (этилбензол)	Допустимый (взвешенные частицы $PM_{2.5}$)	Настораживающий (пыль неорганическая (более 70 % SiO_2), взвешенные частицы $PM_{2.5}$, цинк оксид)
Медногорск	Допустимый (хром / в пересчете на хрома (VI) оксид/)	Допустимый (никель и его соед.)	Высокий (никель и его соед., меди оксид)
Нижний Тагил	Настораживающий (бензол, формальдегид)	Высокий (бензол)	Высокий (проп-2-ен-1-аль, бензол, взвешенные вещества, марганец и его соед.)
Новокузнецк	Допустимый (углерод, бензол, формальдегид)	Допустимый (бензол)	Настораживающий (бензол, взвешенные вещества, дигидросульфид, бенз(а)пирен)
Норильск	Допустимый (бензол, хром / в пересчете на хрома (VI) оксид/)	Настораживающий (бензол)	Высокий (медь оксид, никель оксид, марганец и его соед., бензол, азота диоксид)
Омск	Настораживающий (бензол, углерод, формальдегид)	Настораживающий (бензол, взвешенные вещества, взвешенные частицы $PM_{2.5}$ и PM_{10})	Высокий (бензол, бенз(а)пирен, дигидросульфид)
Челябинск	Высокий (1,2-дихлорэтан)	Высокий (проп-2-ен-1-аль, взвешенные вещества)	Высокий (проп-2-ен-1-аль, трихлорэтилен, серная кислота, керосин, бензол)
Череповец	Высокий (хром / в пересчете на хрома (VI) оксид/)	Высокий (никель оксид)	Высокий (никель оксид, хром / в пересчете на хрома (VI) оксид/))
Чита	Настораживающий (бензол, формальдегид)	Высокий (взвешенные вещества, бензол, серы диоксид, азота диоксид, аммиак)	Высокий (дигидросульфид, сера диоксид, бензол, азота диоксид, азот (II) оксид, бенз(а)пирен, взвешенные вещества, бенз(а)пирен)

Примечание: * – указаны основные вещества, формирующие риск.

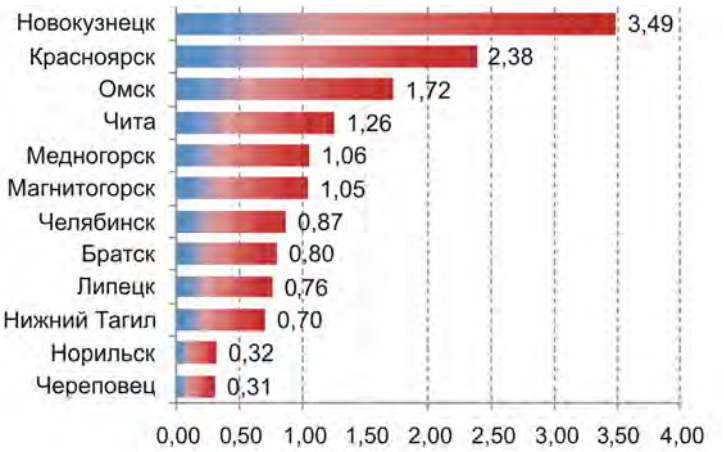


Рис. 10.6.4. Дополнительная смертность населения от воздействия мелкодисперсных фракций пыли $PM_{2.5}$ в городах – участниках федерального проекта «Чистый воздух», случаев на 1000 человек

В сложившихся условиях представляется, что именно Роспотребнадзор может и должен принимать на себя функции по обеспечению полного санитарно-эпидемиологического благополучия населения, нормативно закрепляя критерии здоровья населения во всей системе управления качеством среды обитания. Безусловно, снижение объемов выбросов, реализация технических, технологических, организационных мероприятий, предполагающих снижение валового выброса загрязняющих веществ – важнейшие итоговые показатели проекта «Чистый воздух». При этом зависимости в системе «выбросы в атмосферу – загрязнение воздуха – здоровье населения» гораздо более сложны и требуют обязательного учета всех составляющих данного процесса [Зайцева Н.В. и др., 2020b, 2022, 2023a].

В связи с этим объективными показателями эффективности и результативности запланированных воздухоохранных мероприятий дополнительно к закрепленным в федеральном проекте могут являться:

– концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, установленных прямыми инструментальными измерениями на постах экологического и / или социально-гигиенического мониторинга (СГМ), частота и интенсивность нарушения гигиенических нормативов;

– уровни формируемых рисков для здоровья, оцененные не только по данным расчетов рассеивания, но и по данным инструментальных исследований;

– показатели реальной обращаемости населения за медицинской помощью.

Достижение санитарно-эпидемиологического благополучия и приемлемого риска должно подкрепляться эпидемиологическими данными на территории и результатами углубленных медико-биологических исследований, цель которых – формирование надежной доказательной базы отсутствия или сохранения вреда здоровью населения в условиях сокращения выбросов до целевого уровня. На период реализации комплексных планов и в условиях временной технической, технологической и / или организационной недостижимости приемлемых рисков для здоровья населения представляется целесообразной разработка мер медико-профилактического характера и актуальность их включения в планы компенсационных мероприятий. Реализация системы медико-профилактических программ, в том числе при финансовой поддержке хозяйствующих субъектов – источников риска, администрации регионов является важным социальным и экономическим компонентом в решении задач здоровьесбережения страны.

10.7. Практический опыт оценки воздействия объектов накопленного вреда окружающей среде по критериям риска для здоровья граждан и продолжительности их жизни

Реализация методических подходов к оценке риска для здоровья населения в результате влияния объектов накопленного вреда окружающей среде (ОНВОС) была начата в 2022 г. Полученные результаты свидетельствуют об адекватности и гибкости применяемых методов и обеспечивают корректную сравнительную оценку ОНВОС, различных по происхождению, типу, сроку существования и местам расположения.

Отработка методики и оценка риска здоровью на первом этапе (2022 г.) выполнены в отношении 192 объектов накопленного вреда окружающей среде, расположенных в 56 субъектах Российской Федерации. По структуре исследуемые в 2022 г. объекты подразделялись следующим образом: 116 мест длительного хранения твердых бытовых и (или) промышленных отходов, 31 объект – участки загрязненной территории, 29 мест хранения жидких химических отходов промышленного происхождения, один объект хранения жидких органических отходов. Из 192 объектов 31 характеризовался наличием комплекса источников загрязнения, например, сочетающих места хранения жидких и твердых отходов, заброшенные здания и сооружения и накопленные отходы, накопленные отходы и загрязненные акватории и т. п.

Исследования и оценка проводились силами центров гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора в регионах при организационной и методической поддержке Управления санитарного благополучия населения Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека и ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора. При анализе и оценке риска также использовались данные, предоставленные Роспотребнадзору органами и организациями Росприроднадзора в форматах экспертных заключений по итогам обследований собственно объектов накопленного вреда.

Риск для здоровья населения при воздействии каждого объекта НВОС рассчитывался и оценивался по единой процедуре с максимально полным сбором информации об ОНВОС, в том числе посредством проведения дополнительных лабораторных исследований объектов среды обитания. Инструментальные исследования выполнялись аккредитованными испытательными лабораторными центрами с применением стандартизованных методов отбора проб и утвержденных методик количественного определения химических веществ, биологических агентов, а также уровней радиоактивности (при необходимости).

Методической базой обработки результатов и оценки рисков здоровью являлась подходы, закрепленные в МР 2.1.10.0273-22 «Оценка воздействия объектов накопленного вреда окружающей среде на здоровье граждан и продолжительность их жизни, в том числе с возможностью проведения экспресс-оценки», и подробно изложенные в разделе «Методические аспекты оценки воздействия объектов накопленного вреда на здоровье и продолжительность жизни населения по критерию совокупного риска здоровью» настоящей монографии. Данные подходы обеспечивали возможность проведения сравнительных оценок с заданной степенью точности [Khan A., 2017; Ермаков Б.С., 2014; Звягин Л.С. и др., 2015; Zaitseva N.V., et al., 2022].

Для каждого типа объектов заполняли матрицы исходных данных для оценки каждого показателя с позиций влияния на здоровье населения. Перечень вводимых показателей являлся уникальным и определялся для каждого объекта его типом, спецификой накопленных отходов с учетом прошлой экономической деятельности. При этом учитывали показатели, которые прямо или косвенно могли влиять на качество среды обитания населения и соответственно на условия проживания и здоровье людей. К таким показателям были отнесены, например, расстояние до ближай-

шего жилья, частота направлений ветра от ОНВОС в сторону жилой застройки, наличие защитных экранов между объектом и источниками водоснабжения, возможность миграции веществ из отходов в разные среды и т.п. Параметр каждого учитываемого показателя соотносили с определенным интервалом шкалы опасности (от пренебрежимо малого до очень высокого).

Показатели объединялись в группы, для каждой из которых был установлен весовой коэффициент с учетом типа объекта накопленного вреда (v_i): общая характеристика объекта ($v_i = 0{,}1–0{,}15$); климатические параметры ($v_i = 0{,}1$); пространственные характеристики ($v_i = 0{,}3–0{,}4$); геологические и гидрологические параметры территории ($v_i = 0{,}15–0{,}35$); показатели качества среды обитания ($v_i = 0{,}1–0{,}4$). В последнюю группу были включены дополнительно показатели состояния здоровья населения в ближайшем поселении и число жалоб населения на качество объектов среды обитания. Потенциальное воздействие отдельных химических веществ и их совокупность оценивали с учетом критических поражаемых органов и систем и вероятной тяжести нарушений здоровья в соответствии с рекомендациями Всемирной организации здравоохранения [Salomon J.A. et al., 2015]. По результатам расчета совокупного риска (R) по всем группам показателей объект относился к одной из категорий риска: низкий, умеренный, средний, высокий, чрезвычайно высокий. В результате интегральная характеристика объекта накопленного вреда окружающей среде (совокупный риск) позволяла сравнивать и ранжировать разнородные объекты накопленного вреда, а также принимать обоснованные решения о срочности и очередности принятия мер по их ликвидации (рекультивации, ремедиации, и пр.) и защите населения от негативного воздействия.

По итогам проведенного в 2022 г. анализа 192 заключений по оценке влияния ОНВОС на здоровье граждан и продолжительность их жизни установлено, что «чрезвычайно высокий риск» не установлен ни от одного ОНВОС, «высокий риск» установлен от 17 ОНВОС (8,9 % от количества запланированных к оценке в 2022 г., R 0,76–0,6) (табл. 10.7.1).

Таблица 10.7.1

Объекты высокого риска здоровью, требующие особого внимания, в том числе системы профилактических мероприятий по снижению рисков здоровью населения до момента ликвидации ОНВОС (этап 2022 г.)

Субъект Российской Федерации	Наименование административно-территориальной единицы, в границах которой находится ОНВОС	ОНВОС	Величина риска
1	2	3	4
Самарская область	г. Тольятти	Шламоотвальное хозяйство бывшего ОАО «Фосфор»	0,76
Кемеровская область	Кемеровский г.о.	Территория бывшего ОАО «Анилинокрасочный завод»	0,70
Самарская область	г. Самара	«Мазутное озеро» – накопитель жидких токсичных промышленных отходов	0,70
Самарская область	г. Сызрань	Технический пруд-накопитель кислотных отходов	0,69
Самарская область	г. Сызрань	Территория в районе золоотвала АО «Медхим»	0,68
Ульяновская область	г. Ульяновск	Подземные, наземные и открытые резервуары с остатка мазута	0,68
Республика Башкортостан	г. Уфа	Шламонакопители на площадке бывшего ОАО «Уфахимпром»	0,66

Окончание табл. 10.7.1

1	2	3	4
Самарская область	г. Тольятти	Шламонакопитель бывшего ПО «Куйбышевазот»	0,66
Самарская область	г. Тольятти	Карьер песка «Жигулевское море»	0,66
Хабаровский край	г. Комсомольск-на-Амуре	Шламонакопитель бывшего сернокислотного завода	0.65
Республика Хакасия	г. Саяногорск	Пруды-накопители бывшего Майнского рудника	0,64
Чеченская Республика	г. Грозный	Нефтешламовые амбары	0,63
Ярославская область	г. Ярославль	Шламонакопитель отходов ОАО «Лакокраска»	0,62
Кемеровская область	г. Киселевск	«Тугайский лог»	0,61
Самарская область	г. Тольятти	Полигон захоронения промышленных отходов	0,61
Республика Крым	г. Саки	Шламонакопитель бывшего Сакского химического завода	0,60
Чеченская Республика	п. Примыкание, г.о. Аргун	Нефтешламовые амбары	0,60

Практически все объекты высокого риска, несмотря на различные объемы накопленных отходов, имели схожие признаки:

– расположение в границах поселений, в том числе в черте крупных городов с населением более 100 тыс. человек;

– в составе отходов присутствовали вещества, способные вызывать канцерогенный, эмбриотоксический, репротоксический и (или) тератогенный эффекты (тяжелые металлы, ароматические, полициклические ароматические углеводороды, галогенсодержащие органические вещества и т. п.);

– у объектов отсутствовали обваловки, ограждения, гидроизоляционные экраны, наличие которых могло бы снизить негативное воздействие накопленных отходов на окружающую среду;

– часть объектов накопленного вреда были расположены вблизи поверхностных водных объектов, являющихся источниками питьевого водоснабжения или имеющих рекреационное назначение. Некоторые объекты находились в границах зоны санитарной охраны источника питьевого водоснабжения;

– большинство объектов являлись и продолжают являться неконтролируемыми источниками загрязнения среды обитания населения в течение длительного времени (от девяти до почти 60 лет). Все это время химические вещества, биологические агенты, радионуклиды (если таковые имелись в составе отходов) с атмосферными потоками, ливневыми, поверхностными и (или) грунтовыми водами переносились в атмосферный воздух селитебных территорий, мигрировали в природные водные объекты, почвы жилых территорий и являлись факторами риска негативного воздействия на население;

– практически все объекты сформированы в результате прошлой хозяйственной деятельности промышленных предприятий.

В зонах влияния большинства объектов высокого риска зафиксированы повышенные концентрации нефтепродуктов и тяжелых металлов в почве в границах поселений. Так, в зоне влияния сухих шламоотвалов бывших химических предприятий концентрации нефтепродуктов в почвах достигали 680 мг/кг, соединения хрома – 117,0 ПДК, никеля – 58,5 ПДК, меди – 34,3 ПДК, свинца – до 11,4 ПДК и т.п. В границах поселений, где расположены жидкие токсичные накопители, зафиксировано содержание нефтепродуктов до 263,2 мг/кг, соединений никеля – до 1,75 ПДК, свинца – до 43,8 ПДК, бенз(а)пирена – до 2,60 ПДК, серы – до 31,3 ПДК, мышьяка – до 2,50 ПДК. В почвах вблизи мазутохранилищ и нефтешламовых амбаров идентифицировали

нефтепродукты до 55362 мг/кг (до 123,3 раза превышающие фоновые значения), меди – до 62,0 ПДК, свинца – до 25,0 ПДК и пр.

Органическое загрязнение (особенно нефтяное, углеводородное) и замусоривание участков бытовыми отходами имело следствием изменение содержания микроорганизмов в почве, поверхностных водоемах и питьевой воде. В зонах влияния 12 из 17 объектов высокого риска в почвах поселений было отмечено превышение допустимых уровней содержания колиформных бактерий и энтерококков. В зонах влияния двух объектов в поверхностной и питьевой воде отмечены превышения допустимых уровней содержания обобщенных колиформных бактерий, *Escherichia coli*, энтерококков, патогенных простейших и гельминтов, а также возбудителей кишечных инфекций.

Наряду с превышением гигиенических нормативов содержания отдельных веществ (по 10–15 соединениям) или биологических агентов в объектах среды обитания в зонах влияния объектов НВОС высокого риска повсеместно регистрировали отклонение показателей состояния здоровья населения от среднестатистических показателей по региону или территориальному образованию. Кратность такого превышения достигала по болезням крови и кроветворных органов – 2 раза; новообразованиям – 3 раза; по болезням системы кровообращения – почти в 10 раз.

Большая часть объектов – 101 ОНВОС (52,6 %) была оценена как объекты среднего риска (*R* 0,39–0,58), 72 объекта (37,5 %) – как формирующие умеренный риск для здоровья населения (*R* 0,45–0,21), низкий риск (*R* 0,33–0,20) установлен для двух объектов.

Среди объектов среднего риска 61 % объектов с данным уровнем – это несанкционированные свалки, в том числе располагающиеся вблизи небольших поселений. Повышенный уровень заболеваемости населения отмечался только в каждом третьем-четвертом случае. Среди объектов среднего риска – 11 площадок бывшего фосфорного предприятия, которые обозначены как отдельные объекты накопленного вреда окружающей среде. Целесообразным представляется оценка таких объектов в комплексе.

Умеренными и низкими рисками характеризовались в основном несанкционированные свалки твердых коммунальных отходов или заброшенные объекты капитального строительства, расположенные на значительном (более 2 км) удалении от населенных пунктов, незначительные по объему, отличающиеся длительными сроками существования (10 лет и более), а также в зонах влияния которых обычно не выявляются нарушения гигиенических нормативов качества среды обитания.

Накопленный опыт свидетельствует, что отдельные объекты требуют более глубокого и тщательного обследования, подразумевающего не только обнаружение повсеместно распространенных загрязняющих веществ, но и выявление маркерных химических примесей, характерных для конкретного вида накопленного отхода прошлой экономической деятельности и условий его длительного хранения в окружающей среде. Недооценка риска может иметь существенные негативные последствия для населения в случае отказа от ликвидации объекта, особенно если объект расположен в границах поселения или в непосредственной близости от него.

Результаты проведенной оценки ОНВОС крайне важны при выборе приоритетов в формировании программ ликвидации объектов накопленного вреда.

Усилением фактора значимости объектов как первоочередных для ликвидации являются специальные углубленные исследования, включающие элементы биомониторинга. Многочисленные научные исследования [Vrijens J. et al., 2014; Шилов В.В. и др., 2019; Землянова М.А. и др., 2022a,b] свидетельствуют, что повышенные уровни токсикантов (особенно маркерных для объектов накопленного вреда) в биологических средах населения, прежде всего детского, могут являться серьезной доказательной базой негативного воздействия объекта на здоровье. Показатели состояния здоровья населения в отечественной и зарубежной практике рассматриваются как важнейшие аргументы в пользу определения объекта как приоритетного с позиций приведения к нормативному состоянию [Лужецкий К.П. и др., 2014; Fadili H.E.

et al., 2021; Землянова М.А. и др., 2022a, b]. Более того, углубленные исследования могли бы являться основанием для разработки медико-профилактических программ защиты населения вплоть до ликвидации объекта. Сравнительные показатели биомониторинга и данные специальных исследований состояния здоровья населения могут и должны рассматриваться как критерии оценки эффективности и результативности принимаемых мер.

Практическое применение методических подходов к оценке объектов накопленного вреда по критериям риска для здоровья населения и разработанного для их реализации программного продукта, а также полученные результаты показали их гибкость, адекватность задачам и возможность сопоставимой оценки разных по типу и характеристикам объектов.

Список сокращений

LOAEL – наименьшая доза (концентрация) химического вещества, при воздействии которой наблюдается вредный эффект (lowest-observed-adverse-effect level)

Mic 50 (90) – минимальная концентрация антибиотика, ингибирующая рост 50 % (90 %) культур определенного микроорганизма (minimum inhibitory concentration)

NOAEL – наибольшая доза (концентрация) химического вещества, при воздействии которой наблюдается вредный эффект (no observed adverse effect level)

БСК – болезни системы кровообращения

ВОЗ/WHO – Всемирная организация здравоохранения (World health organization)

ВЭЖХ/МС – высокоэффективная жидкостная хроматография-масс-спектрометрия

ГОСТ – государственный стандарт

ГХ/МС – газовая хроматография-масс-спектрометрия

ДСД – допустимая суточная доза

ЕС – Европейский союз

ИНС – искусственные нейронные сети

КОЕ – колониеобразующая единица

МДУ/MRL – максимально допустимый уровень / максимальные остаточные уровни (maximum residual levels)

МОТ – Международная организация труда

НДБА – нитрозодибутиламин

НДМА – нитрозодиметиламин

НДПА – нитрозодипропиламин

НДЭА – нитрозодиэтиламин

НПиП – нитрозопиперидинамин

НЭМА – нитрозоэтилметиламин

ОПЖ – ожидаемая продолжительность жизни

ПМО – периодические медицинские осмотры

РФ – Российская Федерация

СГД – социально-гигиенические детерминанты

США – Соединённые Штаты Америки

СЭБ – санитарно-эпидемиологическое благополучие

ТР ТС – Технический регламент Таможенного союза

ФАО/FAO – Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (Food and Agriculture Organization)

Список литературы к главе 10

Алексеев, Е.В. Пространственно-географические особенности территорий природно-очаговых болезней (иерархия, таксономия, размерность) / Е.В. Алексеев // Ученые записки Таврического национального ун-та им. В.И. Вернадского. Серия: География. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 45–52.

Аналитический доклад. Контрольно-надзорная и разрешительная деятельность в Российской Федерации: аналитический доклад – 2019 / С.М. Плаксин, И.А. Абузярова, А.В. Кашанин [и др.]. – М.: НИУ ВШЭ, 2020. – 138 с.

Аналитический доклад. Модернизация системы контрольно-надзорных полномочий в Российской Федерации: Аналитический доклад / А.Б. Жулин, Л.Д. Завьялова, А.В. Кнутов, С.М. Плаксин, С.В. Семенов, А.В. Чаплинский. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2014. – 89 с.

Андреев, Е.М. Метод компонент в анализе продолжительности жизни / Е.М. Андреев // Вестник статистики. – 1982. – № 9. – С. 42–47.

Андреева, Е.Е. Уровни и пространственное распределение риска для здоровья населения г. Москвы при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух / Е.Е. Андреева, С.Ю. Балашов // Здоровье семьи – 21 век. – 2014. – № 2. – С. 17–30

Андришунас, А.М. Гигиеническая оценка эффективности воздухоохранных мероприятий на объектах теплоэнергетики / А.М. Андришунас, С.В. Клейн, Д.В. Горяев, С.Ю. Балашов, С.Ю. Загороднов // Гигиена и санитария. – 2022. – Т. 101, № 11. – С. 1290–1298.

Астапенко, Е.О. О некоторых аспектах применения схемы системного экологического мониторинга в зоне влияния нефтехимических предприятий Ханты-Мансийского Автономного округа Югры / Е.О. Астапенко // Инновации и инвестиции. – 2015. – № 7. – С. 8–12.

Безрукова, Г.А. Профессиональный риск развития заболеваний периферической нервной системы у трактористов-машинистов сельскохозяйственного производства / Г.А. Безрукова, Т.А. Новикова, М.Л. Шалашова, С.С. Райкин // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 3. – С. 47–54.

Валеева, Э.Т. Профессиональные риски здоровью работников химического комплекса / Э.Т. Валеева, А.Б. Бакиров, В.А. Капцов, Л.К. Каримова, З.Ф. Гимаева, Р.Р. Галимова // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 3. – С. 88–97.

Вильнер, М.Я. О градостроительных основах инновационного развития России / М.Я. Вильнер // Бюллетень строительной техники. – 2009. – № 1. – С. 39.

Винокурова, М.В. Оценка качества атмосферного воздуха населенных мест расчетным методом в системе социально-гигиенического мониторинга / М.В. Винокурова, М.В. Винокуров, В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин, О.Л. Малых // Гигиена и санитария. – 2004. – № 5. – С. 25.

ВОЗ. Урбанизация и здоровье [Электронный ресурс] // Бюллетень Всемирной организации здравоохранения. – 2010. – Vol. 88, № 4. – URL: http://www.who.int/bulletin/volumes/88/4/10-010410/ru/ (дата обращения: 23.01.2024).

Волкодаева, М.В. Использование геоинформационных технологий для задач оптимизации размещения станций мониторинга качества атмосферного воздуха / М.В. Волкодаева // Записки Горного института. – 2015. – Т. 215. – С. 107–114.

Ганжинова, С. Здоровье мегаполиса. Международный рэнкинг городов-лидеров повестки Urban Health / С. Ганжинова, И. Красноперова, Г. Мальцев, П. Рачев, Н. Румянцев. – М.: Автономная некоммерческая организация «Московский урбанистический форум», 2019. – 600 с.

Глухих, М.В. Прогноз ожидаемой продолжительности жизни населения России на основе модели влияния комплекса социально-гигиенических детерминант на коэффициенты повозрастной смертности на примере болезней системы кровообра-

щения / М.В. Глухих, С.В. Клейн, Д.А. Кирьянов, М.Р. Камалтдинов // Анализ риска здоровью. – 2022. – № 3. – С. 98–109.

Государственный доклад. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2020 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021. – 256 с.

Государственный доклад. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2022 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2023. 368 с.

Григорьев, Ю.А. Опыт многомерного статистического анализа в медико-демографических исследованиях / Ю.А. Григорьев, О.И. Баран // Вестник РАЕН. Западно-Сибирское отделение. – 2017. – № 20. – С. 169–174.

Даренских В.А. Проблемы государственного надзора и производственного контроля в области правовой охраны атмосферного воздуха / В.А. Даренских // Современные исследования. – 2018. – № 2 (06). – С. 16–17.

Добрякова, В.А. Исследование шумового загрязнения г. Тюмени с применением ГИС / В.А. Добрякова, А.А. Колесов // Вестник ТюмГУ. Экология и природопользование. – 2015. – Т. 1, № 3 (3). – С. 268–273.

Ермаков Б.С. Теория нечетких множеств в принятии решений / Б.С. Ермаков // Системный анализ и логистика. – 2014. – № 11. – С. 49–53.

Зайцева, Н.В. Влияние глобальных изменений климата в Арктической зоне и возможные последствия для здоровья / Н.В. Зайцева, С.В. Клейн, М.В. Глухих // Анализ риска здоровью – 2022. Фундаментальные и прикладные аспекты обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2022: материалы XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 т. / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2022a. – Т. 1. – С. 9–20.

Зайцева, Н.В. К оценке дополнительного риска заболеваний желудочно-кишечного тракта, ассоциированных с дисбиозом кишечной микрофлоры вследствие воздействия остаточных концентраций тетрациклина в пищевых продуктах / Н.В. Зайцева, П.З. Шур, А.И. Аминова, Д.А. Кирьянов, М.Р. Камалтдинов // ЗНиСО. – 2012. – № 7 (232). – С. 46–48.

Зайцева, Н.В. К совершенствованию модели риск-ориентированного санитарно-эпидемиологического контроля (надзора) пищевой продукции в обороте / Н.В. Зайцева, И.В. Май, Н.В. Никифорова, Д.А. Кирьянов // Анализ риска здоровью. – 2023b. – № 3. – С. 4–16.

Зайцева, Н.В. Качество атмосферного воздуха и показатели риска здоровью как объективные критерии результативности воздухоохранной деятельности на территориях городов-участников федерального проекта «Чистый воздух» / Н.В. Зайцева, И.В. Май // Анализ риска здоровью. – 2023a. – № 1. – С. 4–12.

Зайцева, Н.В. 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.

Зайцева, Н.В. Методические подходы к зонированию территории крупного промышленного центра по показателям заболеваемости населения в связи с качеством среды обитания / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн, Д.А. Кирьянов, С.Ю. Балашов // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2010a. – № 2. – С. 42–49.

Зайцева, Н.В. 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, Д.В. Суворов, С.Е. Зеленкин, В.В. Бессонов // Вопросы питания. – 2023c. – Т. 92, № 1. – С. 26–35.

Зайцева, Н.В. 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. – 2022c. – № 4. – С. 4–17.

Зайцева, Н.В. Новые механизмы нормирования выбросов в атмосферу: концептуальный взгляд на перспективы и проблемы с позиций обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения / Н.В. Зайцева, И.В. Май // Анализ риска здоровью. – 2020b. – № 2. – С. 4–15.

Зайцева, Н.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 / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн // Пермский медицинский журнал. – 2010. – Т. 27, № 2. – С. 130–138.

Зайцева, Н.В. Оценка безопасности допустимых уровней содержания *L. monocytogenes* в пищевых продуктах по критериям риска здоровью населения / Н.В. Зайцева, П.З. Шур, Н.Г. Атискова, Д.А. Кирьянов, М.Р. Камалтдинов // Анализ риска здоровью. – 2013a. – № 2. – С. 4–13.

Зайцева, Н.В. Оценка риска здоровью населения при поступлении рактопамина с пищевой животноводческой продукцией / Н.В. Зайцева, В.А. Тутельян, В.Н. Ракитский, А.Б. Лисицын [и др.]. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Российская академия медицинских наук, Российская академия сельскохозяйственных наук, 2013b. – 50 с.

Зайцева, Н.В. Прогноз потенциала роста ожидаемой продолжительности жизни населения Российской Федерации на основе сценарного изменения социально-гигиенических детерминант с использованием искусственной нейронной сети / Н.В. Зайцева, С.В. Клейн, М.В. Глухих, Д.А. Кирьянов, М.Р. Камалтдинов // Анализ риска здоровью. – 2022b. – № 2. – С. 4–16.

Зайцева, Н.В. Региональный опыт учета показателей риска для здоровья населения в задачах пространственного планирования / Н.В. Зайцева, И.В. Май // Ars Administrandi (Искусство управления). – 2011. – № 2. – С. 30–39.

Зайцева, Н.В. Сравнительная оценка результатов исследования контаминации N-нитрозоаминами консервированных мясорастительных продуктов для детского питания разными методами в России и во Вьетнаме / Н.В. Зайцева, Ч.Т. Шон, Б.Т. Тиен, Т.С. Уланова, Т.В. Нурисламова, О.А. Мальцева // Вопросы питания. – 2019a. – Т. 88, № 5. – С. 93–102.

Зайцева, Н.В. Эмерджентность и вариативность влияния погодно-климатических факторов на ожидаемую продолжительность жизни населения российской федерации с учётом дифференциации регионов по социально-экономическим и санитарно-эпидемиологическим детерминантам / Н.В. Зайцева, С.В. Клейн, Д.А. Кирьянов, М.В. Глухих, М.Р. Камалтдинов // Анализ риска здоровью. – 2020a. – № 4. – С. 62–75.

Звягин, Л.С. Теория нечетких множеств и функция принадлежности / Л.С. Звягин, Е.Д. Макеичев // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. – 2015. – № 2. – С. 144–149.

Землянова, М.А. Изменения биохимических показателей у детей, подвергающихся воздействию объектов накопленного вреда окружающей среде / М.А. Землянова, Н.В. Зайцева, Ю.В. Кольдибекова, О.В. Пустовалова // Гигиена и санитария. – 2022b. – Т. 101, № 6. – С. 675–682.

Землянова, М.А. Оценка информативности показателей потенциального риска и фактически причиненного вреда здоровью в условиях негативных воздействий химического фактора / М.А. Землянова, Н.В. Зайцева, И.В. Тихонова // Анализ риска здоровью – 2020 совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью Rise-2020 и круглым столом по безопасности питания: материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 т. / под

ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2020. – Т. 1. – С. 123–129.

Землянова, М.А. Создание биоинформационной матрицы молекулярных маркеров для прогнозирования риск-ассоциированных нарушений здоровья / М.А. Землянова, Н.В. Зайцева, Ю.В. Кольдибекова, Е.В. Пескова, Н.И. Булатова // Анализ риска здоровью. – 2022а. – № 2. – С. 174–184.

Игнатова, Ю.С. Оценка канцерогенного эффекта атмосферного воздуха среди населения г. Воронежа / Ю.С. Игнатова, Н.О. Касымов // Молодежный инновационный вестник. – 2022. – Т. 11, № S1. – С. 46–49.

Игонин, Е.И. Оптимизация региональной системы мониторинга атмосферного воздуха на примере г. Нижнекамска / Е.И. Игонин, А.П. Шлычков, А.Р. Шагидуллин, Р.Р. Шагидуллин // Российский журнал прикладной экологии. – 2016. – № 3 (7). – С. 33–39.

Измеров, Н.Ф. Глобальный план действия по охране здоровья работающих на 2008–2017 гг.: пути и перспектив развития / Н.Ф. Измеров // Медицина труда и промышленная экология. – 2008. – № 6. – С. 1–9.

Измеров, Н.Ф. Материалы XII Всероссийского конгресса «Профессия и здоровье» и V Всероссийского съезда врачей-профпатологов: сборник материалов, посвященных 90-летию ФГБУ «НИИ медицины труда» РАМН / под ред. Н.Ф. Измерова. – М.: РЕИНФОР, 2013. – 548 с.

Карпенко, Е.М. Исследование влияния на продолжительность жизни населения различных социально-экономических факторов / Е.М. Карпенко, В.М. Карпенко, В.Н. Голуб // Экономический вестник университета. Сборник научных трудов ученых и аспирантов. – 2016. – № 30 (1). – С. 57–63.

Кваша, Е.А. Региональные особенности смертности в России в начале XXI века с позиций незавершенности эпидемиологического перехода / Е.А. Кваша, Т.Л. Харькова // Вопросы статистики. – 2010. – № 7. – С. 29–41.

Кику, П.Ф. Оценка риска здоровью населения Владивостока при воздействии атмосферного воздуха / П.Ф. Кику, В.Ю. Ананьев, Д.С. Жигаев, Н.С. Шитер, В.Д. Богданова, Я.С. Завьялова // Заметки ученого. – 2015. – № 3. – С. 157–160.

Кирсанов, В.В. Мониторинг природоохранной деятельности предприятий нефтехимического комплекса / В.В. Кирсанов, А.А. Смолко // Экология и промышленность России. – 2007. – № 12. – С. 10–13.

Киселев, А.В. Применение результатов расчета загрязнения атмосферного воздуха для социально-гигиенического мониторинга / А.В. Киселев, Я.В. Григорьева // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 4. – С. 306–309.

Клейн, С.В. Ожидаемая продолжительность жизни в субъектах Российской Федерации с различным уровнем санитарно-эпидемиологического благополучия и образа жизни населения. Резервы управления / С.В. Клейн, Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцева, М.В. Глухих // Анализ риска здоровью. – 2022. – № 4. – С. 18–32.

Клейн, С.В. Формирование программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха для задач социально-гигиенического мониторинга: практический опыт реализации мероприятий федерального проекта «Чистый воздух» / С.В. Клейн, Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.Ю. Балашов, С.Ю. Загороднов, Д.В. Горяев, И.В. Тихонова, А.М. Андришунас // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99, № 11. – С. 1196–1202.

Клюев, Н.Н. «Грязные» города России: факторы, определяющие загрязнение атмосферного воздуха / Н.Н. Клюев, Л.М. Яковенко // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2018. – Т. 26, № 2. – С. 237–250.

Колосницына, М.Г. Факторы роста ожидаемой продолжительности жизни: кластерный анализ по странам мира / М.Г. Колосницына, Т.В. Коссова, М.А. Шелунцова // Демографическое обозрение. – 2019. – № 1 (6). – С. 124–149.

Конвенция № 187 «Об основах, содействующих безопасности и гигиене труда» [Электронный ресурс] // Международная организация труда. 15 июня 2006 г. –

Женева, 2006. – URL: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---normes/documents/normativeinstrument/wcms_c187_ru.htm (дата обращения: 11.07.2023).

Коссова, Т.В. Анализ факторов, определяющих различие в ожидаемой продолжительности жизни мужчин и женщин в регионах России / Т.В. Коссова, Е.В. Коссова, М.А. Шелунцова // Всероссийский экономический журнал ЭКО. – 2018. – № 4 (526). – С. 116–132.

Костарев, В.Г. К оценке эффективности контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора в Пермском крае / В.Г. Костарев, С.В. Клейн, М.Ю. Цинкер // 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. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2018. – С. 171–174.

Красовский, В.О. О сочетанном профессиональном риске здоровья работников / В.О. Красовский, Г.А. Ямбухтина // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. – 2009. – № 1. – С. 39–40.

Крига, А.С. Результаты оценки риска здоровью населения Омской области от химического загрязнения среды обитания и их использование в планировании контрольно-надзорной деятельности / А.С. Крига, Е.Л. Овчинникова, М.Н. Бойко, Ю.В. Меньшикова, И.И. Винокурова // 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. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2018. – С. 174–180.

Кузьмин, С.В. Оценка многосредового риска для здоровья населения, проживающего на экологически неблагополучных территориях (опыт Свердловской области) / С.В. Кузьмин, Л.И. Привалова, Б.А. Кацнельсон, В.Б. Гурвич, Е.А. Кузьмина, А.С. Корнилков, С.А. оронин, С.В. Ярушин // Охрана здоровья населения промышленных регионов: стратегия развития, инновационные подходы и перспективы: материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Екатеринбург: ФГУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих

Кулагов, С.А. Город, городская среда и ее особенности. оценка здоровья городской среды / С.А. Кулагов // Наука и образование: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей II Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2022. – С. 175–177.

Кучаков, Р.К., Скугаревский Д.А. Контроль и надзор в 2022 г. За пределами нормы: аналитический отчет / Р.К. Кучаков, Д.А. Скугаревский. – СПб: Институт проблем правоприменения при Европейском университете в Санкт-Петербурге, 2022.

Лебедева-Несевря, Н.А. Сравнительный анализ фактического потребления пищевой продукции детьми до трех лет в России и Вьетнаме / Н.А. Лебедева-Несевря, Т.Х.Х. Ли, А.О. Барг, Ц.Ш. Тран, К.Д. Буй, Н.Т. Ву, Д.В. Суворов // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 77–83.

Лужецкий, К.П. Особенности эндокринных нарушений у детей, проживающих в условиях высокого риска ингаляционного воздействия бензола, фенола и без(а)пирена / К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, О.А. Маклакова, Л.Н. Палагина // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 2. – С. 97–103.

Май, И.В., Седусова, Э.В. Совершенствование порядка отнесения объектов санитарно-эпидемиологического надзора к категориям риска / И.В. Май, Э.В. Седусова // Анализ риска здоровью – 2023. Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2023: материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2023. – С. 354–359.

Малхазова, С.М. Медико-географический анализ территорий: картографирование, оценка, прогноз / С.М. Малхазова. – М.: Научный мир, 2001. – 240 с.

Механтьев, И.И., Масайлова, Л.А., Цинкер, М.Ю., Ласточкина, К.С. Определение эффективности контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора на основе расчета рисков медико-демографических потерь на примере Воронежской области // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. – 2017. – № 70. – С. 95–99.

Миронова, А.А. Методика оценки нагрузки смертности от различных причин на ожидаемую продолжительность жизни / А.А. Миронова, А.Н. Наркевич, К.А. Виноградов, Р.Б. Курбанисмаилов, А.М. Гржибовский // Экология человека. – 2020. – № 5. – С. 57–64.

Михальский, А.И. Старение гетерогенных популяций: статистический анализ и математическое моделирование: дис. … д-ра биол. наук: 14.01.30 – геронтология и гериатрия / Михальский Анатолий Иванович. – М., 2010. – 200 с.

МР 2.1.10.0062-12 Количественная оценка неканцерогенного риска при воздействии химических веществ на основе построения эволюционных моделей: методические рекомендации. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. – 36 с.

МР 2.1.6.0157-19 Формирование программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха и количественная оценка экспозиции населения для задач социально-гигиенического мониторинга: методические рекомендации. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019. – 36 с.

МУК 4.1.3588-19 Измерение содержания N-нитрозоаминов (N-диметилнитрозоамин, N-метилэтилнитрозоамин, N-диэтилнитрозоамин, N-дипропилнитрозоамин, N-дибутилнитрозоамин, N-пиперидиннитрозоамин) в пищевой продукции (консервы из мяса, мясорастительные) методом хромато-масс-спектрометрии: методические указания. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2020. – 20 с.

Мухин, Н.Н. Профессиональная патология сегодня. Проблема и решения / Н.Н. Мухин, Н.Ф. Измеров, Н.С. Сорокина // Профессия и здоровье: материалы XII Всероссийского конгресса и V Всероссийского съезда врачей-профпатологов. – М.: РЕИНФОР, 2013.

Новик, И.И. Маркеры предрасположенности к ишемической болезни сердца и артериальной гипертензии / И.И. Новик, В.М. Писарик, В.Н. Ростовцев // Здравоохранение. – 1999. – № 4. – С. 38–41.

Новосельцев, В.Н. Математическое моделирование в геронтологии – стратегические перспективы / В.Н. Новосельцев, Ж.А. Новосельцева, А.И. Яшин // Успехи в геронтологии. – 2003. – № 12. – С. 149–165.

Обзор NielsenIQ: рынок молочной продукции [Электронный ресурс] // NIQ. – URL: https://nielseniq.com/global/ru/insights/analysis/2019/obzor-nielsen-rynok-molochnoy-produkcii/ (дата обращения: 30.08.2023).

Овчинникова, Е.Л. Задачи социально-гигиенического мониторинга в новых правовых условиях / Е.Л. Овчинникова, К.Б. Фридман, Ю.А. Новикова // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2018. – Т. 13, № 2. – С. 939–949.

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

Онищенко, Г.Г. К оценке безопасности для здоровья населения ractопамина при его поступлении с пищевыми продуктами / Г.Г. Онищенко, А.Ю. Попова, В.А. Тутельян, Н.В. Зайцева, С.А. Хотимченко, И.В. Гмошинский, С.А. Шевелева, В.Н. Ракитский, П.З. Шур, А.Б. Лисицын, Д.А Кирьянов // Вестник РАМН. – 2013. – № 6. – С. 4–8.

Онищенко, Г.Г. Состояние условий труда и профессиональной заболеваемости работников Российской Федерации / Г.Г. Онищенко // Гигиена труда. – 2009. – № 1. – С. 29–33.

Организация Объединенных Наций. Программа развития Организации Объединенных Наций: Доклад о человеческом развитии 2019. За рамками уровня доходов и средних показателей сегодняшнего дня: неравенство в человеческом развитии в XXI веке [Электронный ресурс]. – URL: https://hdr.undp.org/system/files/documents/hdr2019overview-russianpdf.pdf (дата обращения: 19.06.2023).

Организация Объединенных Наций. Программа развития Организации Объединенных Наций. Индексы и индикаторы человеческого развития. Обновленные статистические данные 2018 [Электронный ресурс]. – URL: https://hdr.undp.org/system/files/documents/2018humandevelopmentstatisticalupdaterupdf.pdf (дата обращения: 19.06.2023).

Паспорт национального проекта «Экология» / утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 № 16 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.mnr.gov.ru/activity/np_ecology/ (дата обращения: 10.08.2023).

Письмо Роспотребнадзора от 02.10.2006 № 0100/10460-06-32 «Об организации лабораторного контроля при проведении социально-гигиенического мониторинга» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=836 (дата обращения: 10.07.2023)

Попова, А.Ю. Анализ риска – стратегическое направление обеспечения безопасности пищевых продуктов / А.Ю. Попова // Анализ риска здоровью – 2018. – № 4. – С. 4–12.

Попова, А.Ю. Здоровье населения как целевая функция и критерий эффективности мероприятий федерального проекта «Чистый воздух» / А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 4–13.

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

Попова, А.Ю., Зайцева, Н.В., Май, И.В., Кирьянов, Д.А. 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. – № 12. – С. 4–12.

Постановление Городской Думы г. Дзержинска Нижегородской области от 2 сентября 2010 г. № 604 «О внесении изменений в Генеральный план городского округа город Дзержинск». – Дзержинск, 2010.

Постановление Правительства РФ от 01.12.2005 № 713 «Об утверждении Правил отнесения видов экономической деятельности к классу профессионального риска». – М., 2005.

Приказ Министерства здравоохранения России от 28.01.2021 № 29н «Об утверждении Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров работников, предусмотренных частью четвертой статьи 213 Трудового кодекса Российской Федерации, перечня медицинских противопоказаний к осуществлению работ с вредными и (или) опасными производственными факторами, а также работам, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры». – М., 2021.

Просвирякова И.А. Методические подходы к организации аналитического (лабораторного) контроля загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на границе санитарно-защитной и жилой зоны / И.А. Просвирякова // Здоровье и окружающая среда. – 2014. – Т. 1, № 24. – С. 18–20.

Прохоров, Б.Б. Медико-демографическая классификация регионов России / Б.Б. Прохоров, В.С. Тикунов // Проблемы прогнозирования. – 2005. – № 5. – С. 142–152.

Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: руководство. – М., 2004. – 143 с.[1]

Р 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы: руководящий документ. – М., 1991. – 695 с.

Разводовский, Ю.Е. Макроэкономические показатели и ожидаемая продолжительность жизни в России / Ю.Е. Разводовский, А.В. Голенков // Acta Medica Eurasia. – 2020. – № 2. – С. 36–42.

Распоряжение Правительства РФ от 07.07.2022 № 1852-р «Об утверждении перечня городских поселений и городских округов с высоким и очень высоким загрязнением атмосферного воздуха, дополнительно относящихся к территориям эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ (за исключением радиоактивных веществ) в атмосферный воздух на основе сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха»). – М., 2022.

Ревич, Б.А. Национальный проект «Чистый воздух» в контексте охраны здоровья населения [Электронный ресурс] / Б.А. Ревич // Экологический вестник России. – URL: http://ecovestnik.ru/index.php/2013-07-07-02-13-50/nashi-publikacii/3132-natsionalnyj-proekt-chistyj-vozdukh-v-kontekste-okhrany-zdorovya-naseleniya (дата обращения: 15.01.2024).

Решение Думы Шелеховского городского поселения № 24-РД от 27.04.2007 «Основные положения генерального плана г. Шелехова». – Шелехов, 2011. – 11 с.

Решение Екатеринбургской городской Думы от 22.02.2005 № 71/3 «Об утверждении генерального плана развития городского округа – муниципального образования “Город Екатеринбург” на период до 2025 года» (в редакции Решения Екатеринбургской городской Думы от 22.02.2005 № 71/3). – Екатеринбург, 2005.

Росляков, П.В. Автоматизированные системы непрерывного контроля и учета выбросов вредных веществ ТЭС в атмосферу / П.В. Росляков, И.Л. Ионкин, О.Е. Кондратьева, А.М. Боровкова, В.А. Серегин, И.В. Морозов // Теплоэнергетика. – 2015a. – № 3. – С. 67.

Росляков, П.В. Опыт эксплуатации системы непрерывного контроля и регулирования вредных выбросов на ТЭЦ МЭИ / П.В. Росляков, И.В. Морозов, И.Л. Ионкин, О.Е. Кондратьева, В.А. Серегин, Л.В. Никифоров // Промышленная энергетика. – 2015b. – № 12. – С. 46–56.

Росстат. Потребление основных продуктов питания населением Российской Федерации [Электронный ресурс] // Росстат. – URL: https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13278 (дата обращения: 19.07.2023).

Росстат. Потребление продуктов питания в домашних хозяйствах в 2021 году по итогам выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств: Росстат. – М., 2022. – 86 с.

Саурина, О.С. Оценка состояния здоровья населения Орловской области с использованием ГИС-технологий / О.С. Саурина, О.М. Пригоряну, Л.Л. Киселева, Л.Н. Чернякова // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Естественные, технические и медицинские науки. – 2010. – № 4. – С. 241–250.

Светличная, А.Д. Методические и технологические аспекты применения инновационных инструментов регионального менеджмента для управления природно-ресурсным потенциалом региона / А.Д. Светличная // Известия Саратовского университета им. Чернышевского. – 2013. – Т. 13, № 4 (1). – С. 572–577.

Соколов, С.Я. Инновации в градостроительстве России / С.Я. Соколов // Архитектура и строительство Москвы. – 2010. – Т. 551. – С. 21–29.

Суворов, Д.В. Оценка риска для здоровья, связанного с содержанием приоритетных потенциально опасных компонентов, выявленных в мясных и мясораститель-

[1] С 01.01.2024 – п. 3.7 Р 2.1.10.3968-23 «Руководство по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания»

ных консервах, предназначенных для питания детей раннего возраста / Д.В. Суворов, Н.В. Зайцева, П.З. Шур, С.Е. Зеленкин, Н.Т.Х. Нго, Т.Т. Тхан // Вопросы питания. – 2023. – Т. 92, № 4. – С. 38–48.

Суржиков, Д.В. Опыт применения статистико-математических технологий для оценки влияния атмосферных загрязнений на здоровье населения в крупном промышленном центре / Д.В. Суржиков, В.В. Кислицына, В.А. Штайгер, Р.А. Голиков // Гигиена и санитария. – 2021. – Т. 100, № 7. – С. 663–667.

ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза ТР ТС «О безопасности пищевой продукции». – М., 2011.

Трусов, П.В. Математическая модель эволюции функциональных нарушений в организме человека с учетом внешнесредовых факторов / П.В. Трусов, Н.В. Зайцева, Д.А. Кирьянов, М.Р. Камалтдинов, М.Ю. Цинкер, В.М. Чигвинцев, Д.В. Ланин // Математическое моделирование и биоинформатика. – 2012. – № 2. – С. 589–610.

Улумбекова, Г.Э. Системный подход к достижению общенациональной цели по увеличению ожидаемой продолжительности жизни до 78 лет к 2024 году / Г.Э. Улумбекова, Н.Ф. Прохоренко, А.Б. Гиноян, А.В. Калашникова // Экономика. Налоги. Право. – 2019. – № 2 (12). – С. 19–30.

Федеральный закон от 26.07.2019 № 195-ФЗ «О проведении эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части снижения загрязнения атмосферного воздуха». – М., 2010.

Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ (ред. от 04.11.2022, с изм. от 30.05.2023) «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения». – М., 2023.

Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ «Трудовой кодекс Российской Федерации». – М., 2001.

Хрупачева, А.Г. Профессиональный риск. Теория и практика расчета: учебное пособие для студентов Вузов / А.Г. Хрупачева, А.А. Хадарцева. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2011. – 330 с.

Цинкер, М.Ю. Анализ регионального распределения эффективности контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора в Российской Федерации / М.Ю. Цинкер // Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: материалы всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием / под редакцией А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2019. – С. 50–54.

Чистобаев, А.И. Геоинформационные системы и технологии в медицинской географии / А.И. Чистобаев, З.А. Семенова // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7: Геология. География. – 2010. – № 1. – С. 53–61.

Швец, А.Б. Алгоритм медико-географического районирования территории (поиск критериев и границ) / А.Б. Швец, Л.С. Чудинова // Sworld. – 2014. – Т. 17, № 2. – С. 63–77. Шибалков, И.П. Комплексная оценка влияния социально-экономических факторов на ожидаемую продолжительность жизни населения регионов России: дис. … канд. эконом. наук: 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (экономика народонаселения и демография) / Шибалков И.П. – Томск, 2019. – 278 с.

Шилов, В.В. Биомониторинг воздействия вредных химических веществ на основе современных биомаркеров. Обзор литературы / В.В. Шилов, О.Л. Маркова, А.В. Кузнецов // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 6. – С. 591–596.

Шляпников, Д.М. К вопросу о возможности применения вариаций гена MTHFR как маркера индивидуальной чувствительности при оценке профессионального риска гипертензии в условиях воздействия шума / Д.М. Шляпников, П.З. Шур, В.Б. Алексеев, В.М. Ухабов, В.Г. Новоселов, А.Я. Перевалов // Медицина труда и промышленная экология. – 2016. – № 8. – С. 6–10.

Шур, П.З. Опыт российско-вьетнамского сотрудничества в области развития обеспечения химической безопасности пищевой продукции / П.З. Шур; под ред. А.Ю. Попо-

вой, отв. ред. Н.В. Зайцева, В.Б. Алексеев, Le Thi Hong Hao. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2022. – 279 с.

Шур, П.З. Экспериментальное обоснование параметров токсичности N-нитрозоаминов при поступлении с пищевыми продуктами для детей раннего возраста по критериям риска здоровью / П.З. Шур, Д.В. Суворов, М.А. Землянова, Т.В. Нурисламова // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99, № 8. – С. 848–853.

Alemanno A., Capodieci G. Testing the Limits of Global Food Governance: The Case of Ractopamine / A. Alemanno, G. Capodieci // Eur. J. Risk Regul. – 2012. – № 3. – P. 12.

Arias E., Heron M., Xu J. United States Life Tables / E. Arias, M. Heron, J. Xu // National Vital Statistics Reports. – 2017. – № 4. – P. 1–64.

ATSDR, 2017. Toxicological Profile for Nitrate and Nitrite. – U.S.: U.S. Department of health and human services, Atlanta, Georgia, 2017. – 324 c.

Bagheri, H. Composite of Cu metal nanoparticles-multiwall carbon nanotubes-reduced graphene oxide as a novel and high performance platform of the electrochemical sensor for simultaneous determination of nitrite and nitrate / H. Bagheri, A. Hajian, M. Rezaei, A. Shirzadmehr // Journal of Hazardous Materials. – 2017. – Vol. 324, Pt B. – P. 762–772.

Batt, C.A. Encyclopedia of Food Microbiology; 2nd edition / C.A. Batt, R.K. Robinson. – Academic Press, 2014. – 3248 c.

Beard, J.C. An Organic Chemist's Guide to N-Nitrosamines: Their Structure, Reactivity, and Role as Contaminants / J.C. Beard, T.M. Swager // Journal of Organic Chemistry. – 2021. – Vol. 86, № 3. – P. 2037–2057.

Bertollini, R. Disease mapping and public health decision-making: report of a who meeting / R. Bertollini, M. Martuzzi // American Journal of Public Health. – 1999. – Vol. 89, № 5. – С. 780.

Bornmann, L. Growth rates of modern science: a latent piecewise growth curve approach to model publication numbers from established and new literature databases / L. Bornmann, R. Haunschild, R. Mutz // Humanit Soc Sci Commun. – 2021. – Vol. 8. – P. 224.

Bravo, J.M. Backtesting Recurrent Neural Networks with Gated Recurrent Unit: Probing with Chilean Mortality Data / J.M. Bravo, V. Santos // Advances and Applications in Computer Science, Electronics, and Industrial Engineering; M.V. Garcia, F. Fernández-Peña, C. Gordón-Gallegos (eds) – Edition: 433, Chapter 9. – Publisher: Springer, Cham, 2022. – P. 159–174.

Bravo, J.M. Forecasting Longevity for Financial Applications: A First Experiment with Deep Learning Methods / Machine Learning and Principles and Practice of Knowledge Discovery in Databases // ECML PKDD 2021. Communications in Computer and Information Science. – 2021. – Vol. 1525.

Brunekreef, B. Environmental epidemiology and risk assessment / B. Brunekreef // Toxicol. Lett. – 2008. – Vol. 180, № 2. – P. 118–122.

Cavalcanti, A. Regression Model to Evaluate the Impact of Basic Sanitation Services in Households and Schools on Child Mortality in the Municipalities of the State of Alagoas, Brazil / A. Cavalcanti, A. Teixeira, K. Pontes // Sustainability. – 2019. – Vol. 11, № 15. – P. 4150.

Chandrasekaran, C. Assessing the effect of mortality change in an age group on the expectation of life at birth / C. Chandrasekaran // Janasamkhya. – 1986. – Vol. 4, № 1. – P. 1–9.

Chen, S. Identifying Lung Cancer Risk Factors in the Elderly Using Deep Neural Networks: Quantitative Analysis of Web-Based Survey Data / S. Chen, S. Wu // J Med Internet Res. – 2020. – Vol. 22, № 3. – P. e17695.

Cheng, C.J. Probabilistic risk and benefit assessment of nitrates and nitrites by integrating total diet study-based exogenous dietary exposure with endogenous nitrite formation using toxicokinetic modeling / C.J. Cheng, Y.T. Kuo, J.W. Chen, G.J. Wei, Y.J. Lin //

Environment International. – 2021. – № 157. – URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=Lin+YJ&cauthor_id=34418847 (дата обращения: 16.01.2024).

Choi, R.Y. Introduction to Machine Learning, Neural Networks, and Deep Learning / R.Y. Choi, A.S. Coyner, J. Kalpathy-Cramer, M.F. Chiang, J.P. Campbell // Transl Vis Sci Technol. – 2020. – Vol. 9, № 2. – P. 14.

Codex Alimentarius Commission, 2023. Procedural Manual. – 28th edition. – Rome: FAO/WHO, 2023. – 220 c

Codex Stan 193–1995. Codex General Standard For Contaminants And Toxins In Food And Feed (Codex Stan 193–1995).

Colbers, E.P.H. A pilot study to investigate nitrate and nitrite kinetics in healthy volunteers with both normal and artificially increased gastric pH after sodium nitrate ingestion: Report № 235802001 of the National Institute of Public Health and the Environment (RIVM) / E.P.H. Colbers, C. Hegger, J.M. Kortboyer, J. Meulenbelt. – Bilthoven, Netherlands, 1996. – P. 1–62.

Cook, E.J. Food-induced methemoglobinaemia: a case series and review / E.J. Cook, R. McNulty, N. Gunja // Clinical Toxicology (40th International Congress of the European Association of Poisons Centres and Clinical Toxicologists (EAPCCT), May 2020, Tallinn, Estonia). – 2020. – Vol. 58, № 6. – P. 505−652.

Dalton, A. Multidisciplinary Research as a Complex System / A. Dalton, K. Wolff, B. Bekker // International Journal of Qualitative Methods. – 2021. – Vol. 20. – P. 1–11.

Deo, R.C. Machine Learning in Medicine / R.C. Deo // Circulation. – 2015. – Vol. 132, № 20. – P. 1920–1930.

EFSA J., 2009. Scientific Opinion of the Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP) on a request from the European Commission on the safety evaluation of ractopamine // EFSA J. – 2009. – Vol. 1041. – P. I–52.

Ellen, G. Volatile N-nitrosamines, nitrate and nitrite in urine and saliva of healthy volunteers after administration of large amounts of nitrate / G. Ellen, P.L. Schuller, E. Bruijns, P.G. Froeling, H.U. Baadenhuijsen // IARC Sci. Publ. – 1982. – P. 365–378.

Environmental Noise Guidelines for the European Region [Электронный ресурс] / WHO, 2018. – URL: https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289053563 (дата обращения: 24.01.2024).

Fadili, H.E. Ecotoxicological and pre-remedial risk assessment of heavy metals in municipal solid wastes dumpsite impacted soil in Morocco / H.E. Fadili, M.B. Ali, N. Touach, M.E. Mahi, L.E. Mostapha // Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management. – 2021. – Vol. 17. – P. 100640.

Fan, A.M. Evaluation of the nitrate drinking water standard with reference to infant methemoglobinemia and potential reproductive toxicology / A.M. Fan, C.C. Willhite, S.A. Book // Regul Toxicol Pharmacol. – 1987. – Vol. 7, № 2. – P. 135–148.

FAO/WHO, 2003. Nitrate (and potential endogenous formation of N-nitroso compounds) / Food and Agriculture Organisation of the United Nations/World Health Organization): WHO Food Additive series 50. – Geneva: World Health Organisation, 2003.

FAO/WHO, 2023. Codex Alimentarius Standards. – URL: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/list-standards/en/ (дата обращения: 10.10.2023).

Foreman, K.J. Modeling causes of death: an integrated approach using CODEm / K.J. Foreman, R. Lozano, A.D. Lopez, C.J. Murray // Population Health Metrics. – 2012. – Vol. 10, № 1. – URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22226226/ (дата обращения: 16.01.2024).

Gismondi, R.C. Artificial neural networks for infant mortality modeling / R.C. Gismondi, R.M.V.R. Almeida, A.F.C. Infantosi // Computer Methods and Programs in Biomedicine. – 2002. – Vol. 69, № 3. – P. 237–247.

Guérin, T. Scientific opinion – Statement on possible public health risks for infants and young children from the presence of nitrates in leafy vegetables / T. Guérin, J. Alexander, D. Benford // EFSA. Journal. – 2010. – Vol. 8, № 12. – P. 1–42.

Guo, B. Determining the effects of socioeconomic and environmental determinants on chronic obstructive pulmonary disease (COPD) mortality using geographically and

temporally weighted regression model across Xi'an during 2014–2016 / B. Guo, Y. Wang, L. Pei, Y. Yu, F. Liu, D. Zhang, X. Wang, Y. Su, D. Zhang, B. Zhang, H. Guo // Science of The Total Environment. – 2021. – Vol. 756. – P. 143869.

Guo, C.-Y. A novel cross-validation strategy for artificial neural networks using distributed-lag environmental factors / C-Y. Guo, T-W. Liu, Y-H. Chen // PLoS ONE. – 2021. – Vol. 16, № 1. – P. e0244094.

Hainaut, D. A neural-network analyzer for mortality forecast / D. Hainaut // ASTIN Bulletin. – 2018. – Vol. 48, № 2. – P. 481–508.

Hilbrand, S. A prospective study of associations among helping, health, and longevity / S. Hilbrand, D.A. Coall, A.H. Meyer, D. Gerstorf, R. Hertwig // Social Science & Medicine. – 2017. – Vol. 187. – P. 109–117.

Hong, W.H. Forecasting mortality rates using hybrid Lee–Carter model, artificial neural network and random forest / W.H. Hong, J.H. Yap, G. Selvachandran [et al.] // Complex Intell. Syst. – 2021. – Vol. 7. – P. 163–189.

IARC, 2023. Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–132. – URL: https://monographs.iarc.who.int/agents-classified-by-the-iarc/ (дата обращения: 03.05.2023).

IPCS, 2006. Poisons Information Monograph G016: Nitrates and nitrites, 2006. – URL: https://inchem.org/documents/pims/chemical/pimg016.htm (дата обращения: 10.10.2023).

Jayasinghe, S. Conceptualising population health: from mechanistic thinking to complexity science / S. Jayasinghe // Emerging Themes in Epidemiology. – 2011. – Vol. 8, № 1. – URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21247500/ (дата обращения: 10.10.2023).

Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, 2004. Evaluation of certain veterinary drug residues in food. WHO technical report series. 925. – Rome, Italy, 2004. – P. 37–49.

Karwowska, M. Nitrates/Nitrites in Food-Risk for Nitrosative Stress and Benefits / M. Karwowska, A. Kononiuk // Antioxidants (Basel). – 2020. – Vol. 9, № 3. – P. 241.

Khan, A. Use of Fuzzy Set Theory in Environmental Engineering Applications: A Review / A. Khan // International Journal of Engineering Research and Applications. – 2017. – Vol. 07, № 06. – P. 01–06.

Khojasteh, D.N. Long-term effects of outdoor air pollution on mortality and morbidity–prediction using nonlinear autoregressive and artificial neural networks models / D.N. Khojasteh, G. Goudarzi, R. Taghizadeh-Mehrjardi, A.B. Asumadu-Sakyi, M. Fehresti-Sani // Atmospheric Pollution Research. – 2021. – Vol. 12, № 2. – P. 46–56.

Kianfar, N. Spatio-temporal modeling of COVID-19 prevalence and mortality using artificial neural network algorithms / N. Kianfar, M.S. Mesgari, A. Mollalo, M. Kaveh // Spatial and Spatio-temporal Epidemiology. – 2022. – Vol. 40. – P. 100471.

Kim, H.-B. Long-Term Exposure to Air Pollutants and Cancer Mortality: A Meta-Analysis of Cohort Studies / H.-B. Kim, J.-Y. Shim, B. Park, Y.-J. Lee // International journal of environmental research and public health. – 2018. – Vol. 15, № 11. – P. 2608.

Kross, B.C. Methemoglobinemia: nitrate toxicity in rural America / B.C. Kross, A.D. Ayebo, L.J. Fuortes // Am. Fam. Physician. – 1992. – Vol. 46, № 1. – P. 183–188.

Lee, R.D. Modeling and Forecasting U.S. Mortality / R.D. Lee, L.R. Carter // Journal of the American Statistical Association. – 1992. – Vol. 87, № 419. – P. 659–671.

Levantesi, S. Clustering-based simultaneous forecasting of life expectancy time series through Long-Short Term Memory Neural Networks / S. Levantesi, A. Nigri, G. Piscopo // International Journal of Approximate Reasoning. – 2022. – Vol. 140. – P. 282–297.

Lidder, S. Vascular effects of dietary nitrate (as found in green leafy vegetables and beetroot) via the nitrate-nitrite-nitric oxide pathway / S. Lidder, A.J. Webb // Br J Clin Pharmacol. – 2013. – Vol. 75, № 3. – P. 677–696.

Lundberg, J.O. Nitrate, bacteria and human health / J.O. Lundberg, E. Weitzberg, J.A. Cole, N. Benjamin // Nat. Rev. Microbiol. – 2004. – № 2. – P. 593–602.

Lundberg, J.O. The nitrate-nitrite-nitric oxide pathway in physiology and therapeutics / J.O. Lundberg, E. Weitzberg, M.T. Gladwin // Nature Reviews Drug Discovery. – 2008. – № 7. – P. 156–167.

MacEachern, S.J. Machine learning for precision medicine / S.J. MacEachern, N.D. Forkert // Genome. – 2021. – Vol. 64, № 4. – P. 416–425.

Mapping the chemical environment in urban Areas; edited by C.C. Johnson, A. Demetriades, J. Locutura, R.T. Ottesen. – Oxford, 2011. – 616 p.

May, I.V. Methods and results of urban zoning by the impact on environmental pollution / I.V. May, E.V. Popova, S.Y. Balashov, S.V. Babina, D.N. Koshurnikov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021 International Symposium «Earth Sciences: History, Contemporary Issues and Prospects, ESHCIP 2021». – IOP Publishing Ltd, 2021. – С. 012148.

Mensinga, T.T. Health implications of exposure to environmental nitrogenous compounds / T.T. Mensinga, G.J. Speijers, J. Meulenbelt // Toxicol.Rev. – 2003. – № 22. – P. 41–51.

Miri, M. Mortality and morbidity due to exposure to ambient particulate matter / M. Miri, A. Alahabadi, M.H. Ehrampush, A. Rad, M.H. Lotfi, M.H. Sheikhha, M.J.Z. Sakhvidi // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2018. – № 165. – P. 307–313.

Modig, K. Life expectancy: what does it measure? / K. Modig, F. Rau, A. Ahlbom // BMJ Open. – 2020. – Vol. 10, № 7. – P. e035932.

Mollalo, A. Artificial Neural Network Modeling of Novel Coronavirus (COVID-19) Incidence Rates across the Continental United States / A. Mollalo, K.M. Rivera, B. Vahedi // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2020. – Vol. 17, № 12. – P. 4204.

Moore, G.E. Cramming more components onto integrated circuits / G.E. Moore // Electronics. – 1965. – Vol. 38. – P. 114–118.

Morales, J.M.G.-T. Towards a green Mexico City / J.M.G.-T. Morales, I.M. Da Silva, S.K.G. Salazar // Architecture and Design: History, Theory, Innovation. – 2016. – № 1. – P. 241–249.

N-nitroso compounds: First draft prepared by Dr G.J.A. Speijers and Professor P.A. van den Brandt [Электронный ресурс]. – URL: https://inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v50je06.htm (дата обращения: 10.10.2023).

NRC, 1981. The Health Effects of Nitrate, Nitrite, and N-Nitroso Compounds / National Research Council. – Washington, DC: National Academy Press, 1981.

Paltrinieri, N. Learning about risk: Machine learning for risk assessment / N. Paltrinieri, L. Comfort, G. Reniers // Safety Science. – 2019. – Vol. 118. – P. 475–486.

Preston, S.H. Demography: measuring and modeling population processes / S.H. Preston, P. Heuveline, M. Guillot. – Oxford: Blackwell Publishers Inc., 2001. – 291 p.

Public Health Goals, 1997. Nitrate And Nitrite in Drinking Water Prepared by Pesticide and Environmental Toxicology / Section Office of Environmental Health Hazard Assessment. California Environmental Protection Agency, 1997.

Rapant, S. Linking of Environmental and Health Indicators by Neural Networks: Case of Breast Cancer Mortality, Slovak Republic / S. Rapant, M. Letkovičová, V. Cvečková, A. Ďurža, K. Fajčíková, H. Zach // Open Journal of Geology. – 2021. – Vol. 3, № 2. – P. 101–112.

Rutter, H. The need for a complex systems model of evidence for public health / H. Rutter, N. Savona, K. Glonti // Lancet. – 2017. – Vol. 390, № 10112. – P. 2602–2604.

Safety Data Sheet. Furfuryl Alcohol. – URL: https://inlnk.ru/Bpd9M2 (дата обращения: 27.03.2023).

Salomon, J.A. Disability weights for the Global Burden of Disease 2013 study / J.A. Salomon, J.A. Haagsma, A. Davis, C.M. de Noordhout, S. Polinder, A.H. Havelaar, A. Cassini, B. Devleesschauwer, M. Kretzschmar, N. Speybroeck, C.J.L. Murray, T. Vos // Lancet Glob. Health. – 2015. – Vol. 3, № 11. – P. e712–e723.

Santoni, M. Artificial Neural Networks as a Way to Predict Future Kidney Cancer Incidence in the United States / M. Santoni, F. Piva, C. Porta, S. Bracarda, D.Y. Heng,

M.R. Matrana, E. Grande, V. Mollica, G. Aurilio, M. Rizzo, M. Giulietti, R. Montironi, F. Massari // Clinical Genitourinary Cancer. – 2021. – Vol. 19, № 2. – P. e84–e91.

Savino, F. Methemoglobinemia caused by the ingestion of courgette soup given in order to resolve constipation in two formula-fed infants / F. Savino, S. Maccario, C. Guidi, E. Castagno, D. Farinasso, F. Cresi, L. Silvestro, G.C. Mussa // Ann. Nutr. Metab. – 2006. – № 50. – P. 368–371.

Scientific Committee on Consumer Safety. Opinion on Furfural. – European Union, 2012. – 26 с.

Shuval, H.I. Epidemiological and toxicological aspects of nitrates and nitrites in the environment / H.I. Shuval, N. Gruener // Am. J. Public Health. – 1972. – Vol. 62, № 8. – P. 1045–1052.

Smith, R.L. Regression models for air pollution and daily mortality: analysis of data from Birmingham, Alabama / R.L. Smith, J.M. Davis, J. Sacks, P. Speckman, P. Styer // Environmetrics. – 2000. – Vol. 11. – P. 719–743.

Soares, P.H. Platform for monitoring and analysis of air quality in environments with large circulation of people / P.H. Soares, J.P. Monteiro, H.F. Freitas, R.Z. Sakiyama, C.M. Andrade // Environmental Progress and Sustainable Energy. – 2018. – Vol. 37, № 6. – P. 2050–2057.

Spiegelhalder, B. Influence of dietary nitrate on nitrite content of human saliva: possible relevance to *in vivo* formation of N-nitroso compounds / B. Spiegelhalder, G. Eisenbrand, R. Preussmann // Food Cosmet.Toxicol. – 1976. – № 14. – P. 545–548.

Suvorov, D.V. Assessment of potential hazard of the inadvertently present chemicals in food / D.V. Suvorov, N.V. Zaitseva, P.Z. Shur, S.E. Zelenkin // Vietnam Journal of Food Control. – 2022. – Vol. 5, № 4. – С. 622–632.

Toxicological Profile for N-Nitrosodi-n-Propylamine. – U.S. Department of Health and Human Services, 2019. – 106 с.

Tran, C.S. Exposure assessment and risk characterization of N-nitrosodimethylamine (NDMA) in the diet of children from 6 to 36 months in Hanoi, Vietnam / C.S. Tran, T.T.L. Nguyễn, N.T. Vu, Q.D. Bui, T.H.H. Le, Q.T. Lưu, N.A. Lebedeva-Nesevrya // Health risk analysis. – 2020. – № 3. – P. 87–93.

Turek, B. The fate of nitrates and nitrites in the organism / B. Turek, D. Hlavsova, J. Tucek, J. Waldman, J. Cerna // IARC Sci. Publ. – 1980. – P. 625–632.

Usunomena, U. N-nitrosodimethylamine (NDMA), Liver Function Enzymes, Renal Function Parameters and Oxidative Stress Parameters: A Review / U. Usunomena, A.J. Ademuyiwa, O.O. Tinuade, F.E. Uduenevwo, O. Martin, N.P. Okolie // British Journal of Pharmacology and Toxicology. – 2012. – Vol. 3, № 4. – С. 165–176.

Victora, C. Social and Environmental Influences on Child Mortality in Brazil: Logistic Regression Analysis of Data from Census Files / C. Victora, P. Smith, J. Vaughan // Journal of Biosocial Science. – 1986. – Vol. 18, № 1. – P. 87–102.

Völker, S. Developing the urban blue: comparative health responses to blue and green urban open spaces in Germany / S. Völker, T. Kistemann // Heal. Place. – 2015. – № 35. – P. 196–205.

Vrijens, J. Trace metal concentrations measured in blood and urine of adolescents in Flanders, Belgium: Reference population and case studies Genk-Zuid and Menen / J. Vrijens, M. Leermakers, M. Stalpaert [et al.] // Int J Hyg Environ Health. – 2014. – Vol. 217. – P. 515–527.

Wan, T.C. Hepatoprotective effects of natural Calculus Bovis against diethylnitrosamine induced hepatic injury in rats / T.C. Wan, C.M. Chen, L.C. Lin. // Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy. – 2013. – Vol. 5, № 11. – С. 189–195.

Wang, H. Global, regional, and national under-5 mortality, adult mortality, age-specific mortality, and life expectancy, 1970–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016 / H. Wang, A.A. Abajobir, K.H. Abate // Lancet. – 2017. – Vol. 390, № 10100. – P. 1084–1150.

WHO Food additives series: 50 nitrate (and potential endogenous formation of N-nitroso compounds). – URL: https://inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v50je05.htm (дата обращения: 16.01.2024).

Winton, E. Nitrate in drinking water / Winton E., Tardiff R., McCabe L. // J. Amer. Water Works Assn. – 1971. – Vol. 63. – P. 95–98.

Zaitseva, N.V. On assessing impacts exerted by objects of accumulated environmental damage on human health and life expectancy / N.V. Zaitseva, I.V. May, S.V. Kleyn, D.A. Kiryanov, A.M. Andrishunas, N.N. Sliusar, E.V. Maksimova, M.R. Kamaltdinov // Health Risk Analysis. – 2022. – № 1. – P. 4–16.

Zhang, X. An artificial intelligent approach on longevity modeling / X. Zhang, M. Zhang, S. Sun // 17th IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI'05), 2005. – P. 462–465.

ГЛАВА 11
ИНТЕГРИРОВАНИЕ АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ В РЕШЕНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ГОСУДАРСТВЕННОГО СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

11.1. Совершенствование политики в области минимизации рисков здоровью и развитие законодательной базы

Политика государства в области минимизации рисков здоровью, являясь общим руководством для действий и принятия решений, которое способствует достижению целей в этой области, определяет отношения с другими субъектами политических интересов (государствами, корпорациями и пр.). В данном разрезе в ней традиционно выделяют два аспекта: внешний и внутренний.

В качестве основных внешнеполитических направлений политики в области анализа рисков целесообразно выделить, с одной стороны, вектор гармонизации отечественных принципов и методологии оценки и управления риском здоровью с аналогами, применяемыми в мировой практике, с другой – стремление к признанию международным сообществом позиций Российской Федерации в данной сфере, позволяющих отстаивать интересы государства в сфере обеспечения безопасности для жизни и здоровья граждан.

Основные внутриполитические тенденции применительно к методологии анализа риска здоровью можно охарактеризовать как расширение ее внедрения в качестве инструмента обоснования решений в сфере государственного, корпоративного и общественного управления для задач минимизации вероятных потерь, связанных с нарушением здоровья населения.

Основные направления политики государства в области минимизации рисков здоровью целесообразно координировать с целями и задачами основных документов, определяющих политическую стратегию Российской Федерации:

• Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года [Минэкономразвития РФ, 2013].

• Основы государственной политики Российской Федерации в области обеспечения химической и биологической безопасности на период до 2025 г. и дальнейшую перспективу [Указ Президента РФ от 11.03.2019 № 97].

• Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года, утв. Указом Президента РФ от 19.04.2017 № 176.

• Стратегия развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года, утв. Указом Президента РФ от 06.06.2019 № 254.

Политика в области минимизации рисков здоровью должна предусматривать, в первую очередь, определение стратегических целевых уровней риска, достижение которых позволит свести к минимуму потери государства, связанные с риском здо-

ровью граждан. Разумеется, для обеспечения таких уровней потребуются огромные ресурсы, выделение которых в настоящее время в полной мере невозможно. В связи с этим целесообразно определить, наряду с целевыми, промежуточные (этапные) уровни риска здоровью, последовательное достижение которых можно рассматривать как тактические цели политики в области минимизации рисков. Эти уровни риска могут рассматриваться как ориентир для декларирования допустимых уровней риска здоровью на определенный временной период. Естественно, политические заявления такого рода должны базироваться на детальном анализе социально-экономической и санитарно-эпидемиологической ситуации с учетом долгосрочных прогнозов ее развития. При определении величины этапных уровней риска основной трудностью будет нахождение оптимального баланса между потерями, связанными с риском для здоровья, и минимальными затратами на его предотвращение в режиме реального времени.

В связи с этим одним из приоритетных направлений политики минимизации риска здоровью должно быть развитие инструментария анализа риска здоровью на базе совершенствования законодательства в этой области.

Для планомерного совершенствования системы санитарного и экологического законодательства Российской Федерации в части анализа риска для здоровья целесообразно разработать концепцию развития законодательства Российской Федерации в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения на базе анализа новых угроз и опасностей для здоровья граждан Российской Федерации, в том числе в условиях новых угроз, связанных с открытием рынков, интенсификацией потоков людских ресурсов, появлением современных материалов и технологий.

В рамках данной концепции необходимо предусмотреть аспекты гармонизации правовых норм с международными и дополнение существующей в России законодательной базы положениями, учитывающими современную ситуацию в сфере обеспечения санитарно-гигиенической безопасности.

При гармонизации положений, касающихся анализа риска здоровью, в законодательстве основное внимание уделяется вопросам признания в законодательных актах данной методологии как инструмента, обеспечивающего уточнение целевых установок конкретных документов и критериальную базу соблюдения правовых норм. Гармонизация может затрагивать правовые акты применительно к областям анализа риска здоровью, связанного с различными факторами: профессиональными, среды обитания, продукции.

С целью гармонизации общих понятий в сфере анализа риска и положений, касающихся риска, связанного с факторами среды обитания, наиболее актуально внесение дополнений в Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения». В первую очередь эти дополнения должны касаться определения понятий риска для здоровья населения как вероятности негативных изменений здоровья граждан с учетом их тяжести и гигиенической безопасности как состояния, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан факторами среды обитания. В этом же законе целесообразно определить понятие гигиенического норматива как допустимое количественное значение показателя, обеспечивающее безопасность факторов среды обитания для человека как отсутствие недопустимого риска здоровью. Законодательное закрепление указанных понятий потребует внесения соответствующих поправок в ряд других положений этого законодательного акта.

В определенных изменениях нуждается и Федеральный закон № 7-ФЗ от 10.01.2002 г. «Об охране окружающей среды», в настоящее время не ориентированный на обеспечение безопасности окружающей среды для здоровья человека. Эти изменения должны касаться применения критериев риска здоровью при обосновании экологических нормативов, оценке воздействия на окружающую среду, экологической экспертизе. Аналогичные изменения целесообразно внести в Федеральный закон от

04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», Водный кодекс Российской Федерации, закон «Об отходах производства и потребления».

Необходимо рассмотреть вопрос о подготовке Федерального закона «О химической безопасности населения» с обязательным включением оценки риска для здоровья как критерия безопасности, предусматривающего разработку национального химического профиля Российской Федерации с оценкой риска здоровью.

Обеспечение экономической основы управления рисками здоровью может быть оптимизировано формированием законодательной базы для развития системы страхования рисков здоровью населения, связанных с нарушениями санитарного законодательства. Разумеется, при формировании данной системы необходимо еще раз пересмотреть объемы экономической ответственности объектов – источников опасности негативного воздействия на среду обитания человека.

В рамках создания предпосылок для гармонизации законодательства Российской Федерации и Таможенного союза в сфере анализа профессионального риска здоровью целесообразно завершить процесс ратификации ряда международных соглашений, в первую очередь Конвенции МОТ 161 «О службах гигиены труда». Это позволит пересмотреть ряд положений законодательства о труде и ориентировать его не только на предотвращение профессиональных заболеваний и травматизма, но и на профилактику всех болезней, связанных с работой.

С целью гармонизации законодательства Российской Федерации и Евразийского экономического союза в сфере анализа риска продукции для здоровья необходимо внести в Договор о Евразийском экономическом союзе от 29.05.2014 поправки, предусматривающие мониторинг риска продукции. Важным шагом в этой области может стать разработка технического регламента «Об общей безопасности продукции», гармонизированного с Директивой Европейского парламента и совета 2001/95/ЕС от 03.12.2001 «Об общей безопасности продукции», определяющего гармонизированные принципы оценки риска продукции для здоровья. Стандарты (нормативы) включенные в технические регламенты, обоснованные в соответствии с этим принципами, также внесут существенный вклад в гармонизацию отечественного законодательства с международными нормами.

В качестве модели развития нормативно-правовой базы можно предложить план мероприятий, предполагающий одновременное решение задач укрепления позиций оценки риска для здоровья в системе технического ЕАЭС и подготовки оснований по включению аспектов оценки риска для здоровья в санитарное и экологическое законодательство Российской Федерации.

План мероприятий совершенствования законодательства Российской Федерации и Евразийского экономического союза в части усиления позиций методологии оценки риска здоровью в задачах технического регулирования и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения включает:

1. Укрепление позиций оценки риска для здоровья в системе технического регулирования ЕАЭС.

2. Подготовку предложений по внесению изменений и дополнений в Договор о Евразийском экономическом союзе и иные документы ЕАЭС в части:

– включения в текст Договора о ЕАЭС определения процедуры оценки риска;

– установления обязанностей производителей, поставщиков, органов по оценке соответствия и контрольно-надзорных органов по вопросам оценки риска;

– установления перечня приоритетной продукции, в отношении которой необходима оценка риска здоровью. Подготовка рекомендаций Евразийской экономической комиссии (ЕЭК) по методологии оценки риска продукции (товаров) для здоровья, апробация рекомендаций ЕЭК на приоритетных видах продукции.

3. Подготовку предложений по совершенствованию системы установления обязательных требований к продукции с учетом критериев риска здоровью.

4. Подготовку предложений по созданию и функционированию системы органов и организаций, ответственных за оценку риска продукции и формирование базы данных для ее выполнения.

5. Подготовку оснований по включению аспектов оценки риска для здоровья в санитарное и экологическое законодательство Российской Федерации.

6. Разработку проекта «Концепции развития законодательства Российской Федерации в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения», обсуждение проекта со всеми заинтересованными сторонами, направление проекта в Совет по кодификации и совершенствованию гражданского законодательства при Президенте Российской Федерации.

7. Укрепление позиций оценки риска для здоровья в системе технического регулирования ЕАЭС.

8. Подготовку предложений по гармонизации технических регламентов в части оценки риска продукции для здоровья.

9. Определение перечня приоритетных Технических регламентов для гармонизации в части оценки риска продукции для здоровья.

10. Разработку методик установления risk-based нормативов ЕАЭС для продукции.

11. Разработку методик установления risk-based нормативов РФ для качества объектов среды обитания.

12. Подготовку перечня нормативно-методических и информационно-методических документов, необходимых для реализации оценки риска продукции и / или дополнений, необходимых для внесения в действующие методические документы.

13. Подготовку технических заданий на разработку приоритетных подзаконных методических документов по оценке риска продукции.

14. Подготовку пояснительной записки-обоснования и конкретных предложений по внесению изменений и дополнений в ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

15. Подготовку предложений по совершенствованию системы гигиенического нормирования в части включения этапа оценки риска в систему установления основных требований в технические регламенты.

16. Подготовку проекта ФЗ «О химической безопасности населения».

11.2. Анализ риска здоровью в решении стратегических задач государственного социально-экономического развития

Стратегические задачи государственного социально-экономического развития еще в 2008 г. были определены в «Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г.» (далее – Концепция). Целью разработки указанной Концепции явилось определение путей и способов обеспечения в долгосрочной перспективе устойчивого повышения благосостояния российских граждан, национальной безопасности, динамичного развития экономики, укрепления позиций России в мировом сообществе. В соответствии с этой целью в Концепции сформулированы основные направления долгосрочного социально-экономического развития страны, целевые индикаторы, приоритеты и основные задачи долгосрочной государственной политики в социальной сфере, в сфере науки и технологий и другие положения, касающиеся основ долгосрочного развития государства.

Данная Концепция, а также ряд других документов долгосрочного характера (Концепция демографической политики Российской Федерации на период до 2025 г., послания Президента Российской Федерации Федеральному Собранию Российской Федерации, указы Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 596–606, Основные направления деятельности Правительства Российской Федерации на период до 2018 г. и др. документы) легли в основу разработки Прогноза долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 г. Последний определяет направления и ожидаемые результаты социально-экономи-

ческого развития Российской Федерации и субъектов Российской Федерации в долгосрочной перспективе и формирует платформу для разработки долгосрочных стратегий, целевых программ, а также прогнозных и плановых документов среднесрочного характера.

В решении большой части поставленных задач государственного социально-экономического развития целесообразно применение в качестве адекватного инструмента методологии анализа риска здоровью. В качестве основных задач, в решении которых применение методологии анализа риска здоровью может быть наиболее эффективно, следует выделить:

- повышение эффективности человеческого капитала;
- обеспечение высоких стандартов благосостояния человека;
- развитие системы обеспечения национальной безопасности;
- повышение конкурентоспособности товаров на мировом уровне;
- обеспечение сбалансированного пространственного развития.

Для интегрирования анализа риска здоровью в решение стратегических задач государственного социально-экономического развития необходимо совершенствование законодательной базы, направленное на обеспечение минимизации рисков здоровью и создающее предпосылки для системного перевода российской экономики в режим инновационного развития.

Повышение эффективности человеческого капитала

Человеческий капитал – это интенсивный производительный фактор экономического развития, включающий образованную часть трудовых ресурсов, знания, инструментарий интеллектуального и управленческого труда, среду обитания и трудовой деятельности, обеспечивающие его эффективное и рациональное функционирование как производительного фактора развития [Корчагин Ю.А., 2009; Kravchenko S.A., 2023; Мозиас П.М. и др., 2023; Ананченкова П.И. и др., 2023]. Человеческий капитал рассматривается как главный фактор формирования и развития инновационной экономики и экономики знаний как следующего высшего этапа развития. Одним из основных условий его формирования является наличие трудовых ресурсов – части населения страны, которая по физическому развитию, приобретенному образованию, профессионально-квалификационному уровню способна заниматься общественно-полезной деятельностью.

Поскольку современный этап развития России характеризуется сокращением предложения трудовых ресурсов в связи со снижением численности населения в трудоспособном возрасте, обострением дефицита профессиональных кадров, в первую очередь необходимо принятие законодательных актов, регулирующих вопросы сохранения и рационального использования имеющихся трудовых ресурсов.

Кроме того, значимая роль в данном вопросе отводится здоровью как части человеческого капитала, роль которого заключается в том, что только здоровый человек может работать эффективно и с полным потенциалом и таким образом вносить больший вклад в развитие экономики страны. Нездоровый человек становится «обузой» как для организации, так и в целом для страны.

Наиболее перспективным направлением развития национального законодательства является его совершенствование на основе принятых международных документов, в первую очередь Всемирной организации здравоохранения и Международной организации труда.

В 2007 г. Всемирной организацией здравоохранения резолюцией WHA60.26 «Здоровье работающих: глобальный план действий» был одобрен «Глобальный план действий по охране здоровья работающих на 2008–2017 гг.», одной из целей которого предусматривалось улучшение деятельности по оценке и контролю рисков для здоровья на рабочем месте с помощью мер по профилактике и контролю за механическими, физическими, химическими, биологическими и психосоциальными рисками, связанными с условиями труда, создание потенциала для первичной профи-

лактики профессиональных факторов риска и болезней, включающий укрепление кадровых, методологических и технологических ресурсов. Также Глобальным планом предусмотрена организация систем эпидемиологического надзора за состоянием здоровья работающих для точного выявления и контроля профессиональных рисков. Это включает разработку национальных информационных систем, создание потенциала оценки бремени профессиональных заболеваний, создание системы регистрации случаев воздействия основных факторов риска и пр. В данном документе явно указано, что «приоритет должен отдаваться первичной профилактике профессиональных рисков для здоровья». Именно поэтому проблемам оценки профессионального риска уделено значительное внимание.

В 2015 г. на базе ООН 193 государства приняли цели устойчивого развития к 2030 г., одна из которых декларирует «содействие поступательному, всеохватному и устойчивому экономическому росту, полной и производительной занятости и достойной работе для всех» путем решения такой задачи, как «защита трудовых прав и содействие обеспечению надежных и безопасных условий работы для всех трудящихся…» [Резолюция Генеральной ассамблеи ООН, 2015].

На 349-й сессии Административного совета Международной организации труда была представлена «Глобальная стратегия по безопасности и гигиене труда на 2024–2030 гг.», основной целью которой является «поддержка в ускорении прогресса к обеспечению соблюдения и последовательной реализации основополагающего права на безопасную и здоровую производственную среду во всем мире и, в конечном счете, в содействии снижению числа производственных аварий, травм и профессиональных заболеваний в мире одновременно с уменьшением вызванных ими социально-экономических издержек». Одним из руководящих принципов является акцент на профилактике на протяжении всей жизни, ставящий целью предотвращение производственных травм, профессиональных заболеваний и смертельных случаев путем устранения или минимизации опасных факторов и рисков на рабочих местах. Ранее данной комиссией были обозначены тенденции и вызовы, которые остаются или будут актуальны на ближайшие годы, к ним отнесли как уже давно известные факторы, такие как демография, сдвиги в области занятости и изменения в организации труда, гендерная дифференциация, размер и структура предприятий и развитие технологий, а также сохраняющиеся вызовы в таких секторах, как строительство, сельское хозяйство и горнодобывающая промышленность, так и новые факторы, такие как гибкие формы организации труда, удаленная и гибридная работа, которые получили широкое распространение в ряде регионов, особенно после пандемии COVID-19, и принесли с собой новые риски, связанные с эргономикой рабочего места и психическим здоровьем. По некоторым оценкам, 15 % взрослого населения трудоспособного возраста страдает психическими расстройствами, а по причине тревожного состояния и депрессии ежегодно теряется 12 млрд рабочих дней [WHO and ILO, 2023].

По данным совместного мониторингового доклада ВОЗ/МОТ 2021 г. в 2016 г. фактором, с которым связано наибольшее количество смертей, являлся длинный рабочий день (744 924; 39,6 %), за которым следовало воздействие твердых частиц, паров / газов (450 381; 24,0 %) и производственный травматизм (363 283; 19,3 %). Наибольшие потери показателя DALY в 2016 г. были ассоциированы с травмами на производстве (26,44 млн; 29,5 %), длинным рабочим днем (23,26 млн; 25,9 %) и нерациональной эргономикой рабочего места (12,27 млн; 13,7 %). Наиболее значимыми исходами для здоровья (число смертей) являлись при этом хроническая обструктивная болезнь легких (450 381; 24,0 %), инсульт (398 306; 21,2 %) и ишемическая болезнь сердца (346 618; 18,4 %) [WHO/ILO b, 2021; Pega B. et al., 2021].

Особую значимость приобретают инструменты оценки риска во время и после такого глобального модификатора, как пандемия COVID-19. Во время пандемии коронавирусной инфекции (COVID-19) 23 % медицинских работников первой линии во всем мире страдали от депрессии и тревоги, а 39 % – от бессонницы. Кроме того, представители медицинских профессий подвержены повышенному риску самоубийств

во всех частях мира. Небезопасные условия труда, приводящие к профессиональным заболеваниям, травмам и невыходам на работу, сопряжены со значительными финансовыми издержками для сектора здравоохранения (по оценкам, до 2 % расходов на здравоохранение). Работники здравоохранения сталкиваются с рядом профессиональных рисков, связанных с инфекциями, небезопасным обращением с пациентами, опасными химическими веществами, радиацией, теплом и шумом, психосоциальными рисками, насилием и домогательствами, травмами и ненадлежащим обеспечением безопасной водой и средствами санитарии и гигиены. В глобальных масштабах улучшение здоровья, безопасности и благополучия работников здравоохранения позволяет снизить издержки, вызванные профессиональными вредными факторами (по оценкам, до 2 % расходов на здравоохранение), и способствует минимизации причиняемого пациентам вреда (по оценкам, до 12 % расходов на здравоохранение) [Bienassis De K. et al., 2021]. В 2022 г. в резолюции WHA74.14 «Защита, гарантирование прав и инвестирование в поддержку кадровых ресурсов здравоохранения и социальной сферы» Всемирная ассамблея здравоохранения призвала государства-члены «принимать необходимые меры по гарантированию прав и защите работников здравоохранения и социальной сферы на всех уровнях». ВОЗ и МОТ совместно выпустили руководство по разработке и осуществлению программ в области гигиены и безопасности труда для работников здравоохранения и работают с международными партнерами над созданием потенциала для его внедрения в странах [WHO, 2022]. ВОЗ также предоставляет руководящие принципы и рекомендации по предотвращению и управлению профессиональными рисками в секторе здравоохранения [WHO, 2023].

Помимо прочего пандемия COVID-19 способствовала широкому распространению таких явлений, как удаленная и гибридная формы работы, чаще всего предполагающие использование цифровых технологий, с которыми связаны свои факторы риска для здоровья работающего населения, в том числе домашняя обстановка [Ekpanyaskul C. et al., 2023; European Agency for Safety and Health, 2023]. При этом новые цифровые технологии несут в себе и новые возможности управления рисками в профессиональной среде. Цифровые системы мониторинга охраны труда могут способствовать предотвращению вреда за счет сбора точных и полных данных, которые можно анализировать и использовать для корректировки рабочего места, направленной на улучшение охраны труда работников – например, путем измерения воздействия эргономических опасностей и выявления связанных с предприятиями и помещениями. опасности. Цифровые системы мониторинга охраны труда также могут предотвратить вред, выявляя опасное поведение работников и поддерживая персонализированное обучение, позволяющее более эффективно использовать эти системы. Они также могут выявлять плохое индивидуальное здоровье и благополучие и поддерживать онлайн-оценку рисков и дистанционные проверки [European Agency for Safety and Health, 2023].

Российская Федерация ратифицировала ряд Конвенций Международной организации труда (МОТ). Среди них Конвенция МОТ 187 «Об основах, содействующих безопасности и гигиене труда», Конвенция 148 «О защите работников от профессионального риска, вызываемого загрязнением воздуха, шумом и вибрацией на рабочих местах» и др. Генеральным соглашением между общероссийскими объединениями профсоюзов, работодателей и правительством Российской Федерации на 2011–2013 гг. предусмотрена ратификация ряда конвенций МОТ. Среди них – Конвенция 161 «О службах гигиены труда» (в английском оригинале «О службах медицины труда»).

По оценкам Э.И. Денисова, на основании сравнительного анализа текущей политики, законодательства и практики в РФ и требований Конвенции 161 [Денисов Э.И., 2013] степень соответствия законодательства России положениям Конвенции 161 недостаточно высока: соответствует данной Конвенции 15 % нормативных актов, соответствует частично – 50 %, не соответствует – 35 %.

За последнее десятилетие рабочая среда сильно изменилась под влиянием новых технологий и наравне с традиционными факторами, характерными для XX столе-

тия, значимое влияние стали оказывать социально-экономические, психологические факторы. В связи с этим вопросы сохранения трудовых ресурсов по-прежнему актуальны, приобретают новые грани, формируют новые вызовы, требующие решения. Актуальной правовой базой по-прежнему является ратифицированная конвенция МОТ 161, дополняющая отечественное законодательство соответствующими нормами. Нельзя не согласиться с Н.Ф. Измеровым (2015), что для гигиенического обеспечения инновационных технологий нужна нормативная база для оценки и управления профессиональным риском с переносом акцента с безопасности труда на охрану здоровья работников. Подобная база должна представлять собой нормативный акт, определяющий политику, системы и программы в области охраны здоровья работников. Наиболее проработанной программой в этой области, которой руководствовались страны при разработке своих национальных программ и руководств в области охраны здоровья работающего населения, является «Глобальный план действий по охране здоровья работающих на 2008–2017 гг.», в котором определена необходимость разработки с учетом соответствующих международных конвенций о труде основ национальной политики в области охраны здоровья работающих, включающих: принятие законодательства; создание механизмов межсекторальной координации деятельности; финансирование и мобилизацию ресурсов на цели охраны и укрепления здоровья работающих; включение целей и действий в интересах охраны здоровья работающих в национальные стратегии здравоохранения. Наличие такой базы является одним из условий обеспечения на следующем этапе социально-экономического развития страны системного перевода российской экономики в режим инновационного развития.

Здоровье работающих определяется не только теми рисками, которые присутствуют на рабочем месте, но и социальными и индивидуальными факторами. Ключевыми факторами риска являются факторы образа жизни. Не случайно распространение стандартов здорового образа жизни определено как один из основных приоритетов социальной и экономической политики в области развития человеческого потенциала на втором этапе. Уже сейчас принят ряд законодательных актов, направленных на «принуждение» к здоровому образу жизни [Федеральный закон № 15-ФЗ; Федеральный закон № 171-ФЗ; Федеральный закон № 38-ФЗ]. Задача анализа риска здоровью как методологии – оценка эффективности принятых решений и определение дальнейших действий в этой области.

Значительное место в формировании риска, связанного с образом жизни, занимает фактор здорового питания. В этой проблеме два основных аспекта: сбалансированность питания и безопасность пищевых продуктов.

Результаты анализа среднедушевого потребления продуктов питания населением Российской Федерации по данным выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств за период 2013–2022 гг. показали положительную динамику потребления мясных продуктов, овощей и бахчевых, яиц. По сравнению с 2013 г. их количество увеличилось на 9 кг, 7 кг и 23 штук соответственно.

Однако таких темпов улучшения структуры питания населения, особенно трудоспособного, недостаточно. По результатам анализа пищевых веществ, потребленных в продуктах питания, по сравнению со средними рекомендуемыми нормами потребления в рационах выявлен избыток жира на 19,4 %, и дефицит углеводов и белков на 19,1 и 7,0 % соответственно. Уровень потребления макронутриентов населением Российской Федерации свидетельствует о несбалансированном питании с тенденцией увеличения потребления продуктов, содержащих насыщенные жиры, и снижения потребления сложных углеводов, что приводит к риску развития метаболических нарушений, росту сердечно-сосудистых заболеваний, новообразований, эндокринных нарушений, в том числе сахарного диабета [Мажаева Т.В., 2020].

В связи с этим целесообразно рассмотреть вопрос о мерах, в том числе законодательных, по снижению риска. За последние несколько лет такие меры были приняты.

Начиная с 2012 г. в действие вступил план мероприятий по реализации Основ государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 г., мероприятия которого были направлены как на изменения законодательства в области здорового питания, включая актуализацию данных о химическом составе пищевых продуктов нормам физиологических потребностей, разработку усовершенствованных методов исследования качества и безопасности пищевой продукции, так и на изучение состояния здоровья населения в связи с питанием и разработку профилактических программ, направленных на формирование культуры здорового питания [Распоряжение Правительства РФ от 30.06.2012 № 1134-р].

В дальнейшем был разработан и введен в действие ряд основополагающих документов в области питания, таких как Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации, утв. Указом Президента Российской Федерации от 21.01.2020 № 20; Стратегия повышения качества и безопасности пищевой продукции Российской Федерации до 2030 г., утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 29.06.2016 № 1364-р; Федеральный закон от 01.03.2020 № 47-ФЗ, предусматривающий изменения в Федеральные законы «О качестве и безопасности пищевых продуктов» и «Об образовании в Российской Федерации», к важнейшим из которых относятся установление понятия «здоровое питание» и определение принципов здорового питания, способствующих укреплению здоровья человека и будущих поколений, снижению риска развития заболеваний. В 2021 г. Роспотребнадзором были утверждены рекомендации по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающие современным требованиям здорового питания [МР 2.3.1.0253-21].

В плане реализации основ государственной политики в области здорового питания одним из приоритетных направлений является разработка продуктов диетического, лечебного и профилактического питания. Понятие специализированного пищевого продукта включает в себя не просто продукты питания, но и определяет обязательность наличия доказанного лечебного эффекта конкретного специализированного продукта, используемого в лечебном питании [Тутельян В.А., 2014]. Кроме того, продукты профилактического питания, как и все другие пищевые продукты, должны быть безопасны для здоровья.

В условиях прогнозируемого повышения демографической нагрузки существенно возрастает ценность экономически активного периода жизни человека и, как следствие, стоимость потерь, связанных с риском для здоровья. Решение задачи выхода на стабильные демографические показатели и повышения продолжительности жизни предполагает минимизацию риска здоровью, связанного с максимальным числом факторов среды обитания. Это касается не только здоровья трудоспособного населения, но и здоровья детей как контингента, обладающего потенциальной трудоспособностью.

Важным аспектом формирования здорового детского населения является снижение рисков для репродуктивного здоровья населения. В качестве одной из предпосылок этого процесса можно выделить поэтапную ликвидацию рабочих мест с вредными или опасными для репродуктивного здоровья населения условиями труда, обусловливающими неприемлемо высокий уровень риска нарушения репродуктивных функций как у женщин, так и у мужчин.

Достаточно большое число факторов опасности, обладающих отрицательным действием на репродуктивную сферу, фиксируется и в среде обитания. Развитие информационного обеспечения и методической базы анализа риска, связанного с данными факторами, позволит своевременно идентифицировать приоритеты в данной области и при помощи принятия соответствующих мер для снижения таких рисков обеспечить стабильность трудового потенциала человеческого капитала на последующих этапах социально-экономического развития России.

Таким образом, в решении стратегической задачи социально-экономического развития страны повышения эффективности человеческого капитала использование методологии анализа риска здоровью необходимо сфокусировать на оценке и

управлении рисками, представляющими угрозу усиления дестабилизации демографической ситуации и дефицита трудовых ресурсов. К таким рискам относятся риски преждевременной смертности и заболеваний, связанных с производственным фактором на рабочих местах. При этом наибольшее внимание на текущем этапе социально-экономического развития Российской Федерации необходимо уделить минимизации риска нарушений здоровья, определяющих сокращение периода экономической активности трудоспособного населения. Наиболее существенный вклад в ухудшение этого показателя вносят неблагоприятные условия труда, в связи с этим в первую очередь в области совершенствования управления профессиональными рисками целесообразно сосредоточить усилия на снижении риска производственно обусловленных, а не профессиональных заболеваний.

Для обеспечения устойчивости трудовых ресурсов на следующих этапах социально-экономического развития государства необходимо прогнозирование и предотвращение вероятного их дефицита, обусловленного демографическими потерями, в том числе из-за негативного воздействия факторов производственной среды и среды обитания. Применение методологии анализа риска в качестве инструмента для решения подобных задач является в полной мере оправданным. При этом приоритетным будет анализ репродуктивных рисков и рисков с большим временным лагом реализации. Риски такого рода, как правило, обусловлены хроническим воздействием производственных факторов.

Таким образом, при решении задачи повышения эффективности человеческого капитала основной сферой применения анализа рисков здоровью будет обеспечение стабилизации и в дальнейшем наращивания трудовых ресурсов. Для этого на текущем этапе социально-экономического развития целесообразна, в первую очередь, минимизация рисков нарушений здоровья, связанных с работой, и управление рисками, соединенными с внешнесредовыми и профессиональными факторами, обусловливающих негативные последствия в перспективе для трудоспособности настоящего и будущих поколений граждан России.

Обеспечение высоких стандартов благосостояния человека

В России на ближайшее десятилетие (до 2030 г.) определен ряд национальных целей развития страны, в том числе сохранение населения, здоровье и благополучие людей; комфортная и безопасная среда для жизни. Заявляется, что данные цели должны быть достигнуты путем реализации комплекса мероприятий с прохождением запланированных контрольных точек по конкретным целевым показателям, подразумевающим повышение ожидаемой продолжительности жизни населения до 78 лет; обеспечение устойчивого роста численности населения Российской Федерации; увеличение доли граждан, систематически занимающихся физической культурой и спортом, до 70 %; улучшение качества городской среды в полтора раза; снижение выбросов опасных загрязняющих веществ, оказывающих наибольшее негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека, в два раза и др. (Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года»).

Для достижения этих целевых показателей потребуются немалые трудовые и финансовые затраты. В их оптимизации существенную роль может сыграть применение методологии анализа риска здоровью. Проблемы повышения эффективности человеческого капитала – одного из основных факторов роста ВВП – обсуждались в предыдущем разделе. Хотелось бы подчеркнуть двойное влияние снижения риска для здоровья граждан на формирование валового продукта и бюджета государства. С одной стороны, уменьшение риска здоровью и его реализации ведет к сокращению потерь периода экономической активности, а следовательно, к увеличению ВВП и, соответственно, доходной части бюджета. С другой стороны, это же снижение риска приводит к уменьшению затрат государства на оказание медицинской и социальной помощи, связанных с нарушениями здоровья. Эти средства могут рас-

сматриваться как дополнительный инвестиционный вклад в экономическое развитие страны, который также будет способствовать росту ВВП.

В настоящее время уже существует ряд механизмов обеспечения высоких стандартов благосостояния человека, включающих применение методологии анализа риска здоровью.

В первую очередь к ним относится техническое регулирование, призванное обеспечивать отсутствие недопустимого риска для жизни и здоровья граждан. В рамках этой системы активно производится разработка регламентов, направленных на предупреждение риска продукции для здоровья населения. К ним относятся технические регламенты на пищевую продукцию, которые должны обеспечить отсутствие недопустимого риска для жизни и здоровья потребителей. На момент 2023 г. введены в действие 52 Технических регламента, из них 13 на пищевую продукцию и 39 на непищевую продукцию. Однако далеко не все требования к продукции в этих документах базируются на критериях допустимого риска. Необходимо в ближайшее время организовать приведение требований технических регламентов в соответствие с Законом № 184-ФЗ «О техническом регулировании» – предусмотреть обеспечение регламентов risk-based стандартами.

Остается важным при разработке технических регламентов Евразийского экономического союза уделять значительное внимание гармонизации законодательства и правоприменительной практики со странами ЕАЭС. На данный момент Евразийской экономической комиссией разработаны методология оценки рисков здоровью населения при воздействии химических, физических и биологических факторов для определения показателей безопасности продукции (товаров) и методические указания по установлению и обоснованию гигиенических нормативов содержания химических примесей, биологических агентов в пищевой продукции по критериям риска для здоровья потребителей. Методология позволяет применять единые подходы при разработке и применении требований безопасности продукции на территориях всех стран-членов Евразийского экономического союза. Указания содержат подходы по унификации исходной информации, способах ее обработки и методического обеспечения процедуры разработки новых и планового пересмотра существующих гигиенических нормативов содержания химических примесей, биологических агентов в пищевой продукции по критериям риска для здоровья человека, включенные в Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), и технические регламенты Таможенного союза (Евразийского экономического союза). Применение подходов к оценке безопасности продукции на основе оценки риска способствует реализации политики, предусматривающей сохранение и наращивание трудового потенциала единого экономического пространства, может повысить привлекательность членства в данном экономическом союзе, что приведет и к укреплению внешнеэкономических позиций России.

Создание полноценной системы технических регламентов, обеспечивающей отсутствие недопустимого риска для здоровья граждан, должно способствовать увеличению ожидаемой продолжительности жизни и являться залогом ее стабилизации на уровнях, соответствующих высоким стандартам благосостояния человека [Онищенко Г.Г., 2013b].

Приоритетами государственной программы «Развитие здравоохранения» являются снижение смертности до 11,5 случая на 1000 населения, повышение ожидаемой продолжительности жизни до 78 лет, повышение удовлетворенности населения медицинской помощью, в том числе путем обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия, развития системы социально-гигиенического мониторинга [Постановление Правительства РФ от 26.12.2017 г. № 1640].

Вместе с тем существующая ситуация с демографическими процессами в России определяется для современных поколений условиями жизни, в которых они находятся в настоящий момент, и уже накопившимся бременем болезней. Оказание медицинской помощи тем контингентам риска, которые проживают в зонах повы-

шенного риска здоровью, необходимо уже сейчас. Поскольку механизмы и манифестация нарушений здоровья, формирующихся в условиях неблагоприятного воздействия факторов среды обитания, могут отличаться от традиционных, то необходимы и специальные способы коррекции таких нарушений.

Методология управления рисками включает в себя компонент, представленный технологиями, позволяющими снизить этот риск даже в условиях продолжающегося воздействия опасных для здоровья факторов окружающей и производственной среды [Попова А.Ю. и др., 2017; 2018; Зайцева Н.В. и др., 2015; Ревич Б.А. и др., 2020].

По-прежнему актуальна стратегия развития медицинской науки, которая нацелена на «формирование целевых научных программ по разработке и внедрению новых эффективных технологий ранней диагностики, профилактики и лечения социально значимых заболеваний, реабилитации больных; поддержанию здоровья населения и формированию здорового образа жизни…» [Распоряжение Правительства РФ от 28 декабря 2012 г. № 2580-р]. Стратегия дополняется целями государственной программы «Развитие здравоохранения», такими как: увеличение ожидаемой продолжительности жизни, повышение качества и доступности медицинской помощи, обеспечение устойчивости системы здравоохранения, повышение мотивации граждан к ведению здорового образа жизни, обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия и развитие системы социально-гигиенического мониторинга. Кроме того, стратегией научно-технологического развития России предполагается переход к персонализированной медицине, высокотехнологичному здравоохранению и технологиям здоровьесбережения, обеспечивающим противодействие новым социальным и медицинским проблемам, таких как глобальные пандемии, старение населения, изменение образа жизни людей и др. [Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 № 642].

Составной частью высоких стандартов благосостояния человека является и проживание в местах с благоприятной экологической и санитарно-гигиенической обстановкой. В связи с этим обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации, особенно гигиенической безопасности мест его проживания, следует рассматривать как один из ключевых факторов формирования высоких стандартов благосостояния человека. В настоящее время по результатам анализа состояния среды обитания и ее влияния на здоровье населения Российской Федерации, выполненного по комплексу показателей (использовано более 100 показателей), наиболее значимыми являются химические, биологические и физические факторы (ориентировочная доля наиболее подверженного населения – 59,3 %). К этим факторам относятся: загрязнение продуктов питания, питьевой воды, атмосферного воздуха и почвы; физические факторы; условия обучения и воспитания детей и подростков в организованных коллективах; условия труда и производственные факторы на промышленных предприятиях. При наметившейся стабилизации численности населения, подверженного воздействию комплексной химической нагрузки, численность населения, подверженного воздействию физических факторов, снижается.

В 2022 г. органами и организациями Роспотребнадзора проводилась работа по разработке и реализации региональных программ. Число утвержденных региональных программ по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации составило 6242, из них финансируемых 5531 соответственно [Государственный доклад, 2023]. Это подтверждает тезис, что методология оценки риска здоровью востребована при формировании программ безопасного развития на региональном и муниципальном уровнях [Зайцева Н.В. и др., 2022], однако ее внедрение в деятельность не только уполномоченных органов, ответственных за обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия, но и органов государственного управления в целом могло бы в большей мере способствовать приближению к высоким стандартам благосостояния человека.

Высокие стандарты благосостояния человека формируются при участии самих граждан. Особенно значительна роль самого человека в управлении рисками, связанными с нездоровым образом жизни. Факторы образа жизни, оказывающие негативное

влияние на состояние здоровья населения, а именно: несбалансированность питания, потребление алкогольных напитков и пива, табакокурение – характерны практически для всех субъектов Российской Федерации [Государственный доклад, 2023].

Риски, обусловленные факторами образа жизни, могут являться существенной причиной потерь человеческого потенциала и снижения продолжительности жизни [Зайцева Н.В. и др., 2022].

Управление этими рисками включает три основных компонента: создание макросоциальных условий для реализации здорового образа жизни (сфера преимущественной ответственности органов государственного управления), информирование о рисках здоровью, обусловленных образом жизни, и мерах по их минимизации (сфера преимущественной ответственности уполномоченных органов), реализация принципов здорового образа жизни и рекомендаций по минимизации рисков (сфера преимущественной ответственности граждан).

В управлении такими рисками исключительно высока значимость такого компонента анализа рисков, как информирование о них. Ключевая задача информирования состоит в обеспечении представителей различных социальных групп, являющихся, в частности, контингентами риска, достоверными и научно обоснованными сведениями о факторах, оказывающих вредное воздействие на здоровье человека, уровнях риска здоровью, необходимых профилактических мероприятиях, а также о способах и средствах индивидуальной профилактики нарушений здоровья. Решение данной задачи предполагает четкое осознание того, что риск не есть исключительно объективный и познаваемый факт, он всегда опосредуется социальными и культурными стереотипами и процессами. Понимание особенностей восприятия рисков для здоровья различными социальными группами, учет типов восприятия при построении системы информирования о риске позволят повысить эффективность проводимой региональной политики в области управления рисками, минимизировать потери человеческого капитала [Алексеев В.Б. и др., 2018].

Таким образом, наиболее ощутимый вклад в формирование высоких стандартов благосостояния человека методология анализа риска здоровью может внести в части снижения количества населения, проживающего в местах с неблагоприятной экологической обстановкой, увеличения ожидаемой продолжительности жизни и, как следствие, предотвращения потерь ВВП.

Развитие системы обеспечения национальной безопасности

В настоящее время признано, что концепция безопасности в значительной степени эволюционировала, при этом ее основные акценты сместились с военных и политических аспектов на национальном уровне в сторону обеспечения экологической, биологической, энергетической, социальной безопасности каждого человека и общества в целом [Жаворонкова Н.Г. и др. 2020].

С точки зрения принципа устойчивого развития особое место в новой концепции занимает экологическая безопасность, в оценке которой центральными объектами выступают человек и природные экосистемы, а одним из основных инструментов оценки является анализ рисков [Москвичев В.В. и др., 2022].

Последние годы характеризуются развитием существующих химических угроз [Указ Президента РФ от 11.03.2019 № 97], связанных с:

– широким использованием химических веществ с высокой токсичностью, накопление в окружающей среде опасных химически стойких соединений;

– разработкой и внедрением в производство принципиально новых классов химических веществ, воздействие которых на человека и окружающую среду изучено недостаточно;

– наличием большого количества выведенных из эксплуатации потенциально опасных химических объектов, технические и технологические ресурсы которых близки к предельным или полностью исчерпаны, а также территорий, загрязненных в результате хозяйственной деятельности;

– авариями на химических объектах в связи с критическим уровнем износа оборудования, усложнением технологических процессов производства и недостаточным уровнем квалификации персонала;

– увеличением количества организаций, осуществляющих производство химической продукции, значительный рост химических отходов, отсутствие эффективных технических решений, касающихся обезвреживания химически опасных отходов и рекультивации загрязненных территорий;

– использованием технологий, не обеспечивающих надлежащую химическую безопасность;

– усилением тенденции к глобализации мировой торговли и сохранением возможности ввоза в Российскую Федерацию потенциально опасных химических веществ и продукции, полученной с их применением;

– распространением и (или) использованием химического оружия, совершением террористических актов с применением потенциально опасных химических веществ.

Основным признаком химической опасности объекта является наличие производства, переработки, использования, транспортировки, обработки, хранения или удаления опасных (вредных) химических веществ, а также использование технологий с осуществлением химических процессов. Помимо традиционных антропогенных процессов (источников химической опасности), таких как выбросы и сбросы промышленных предприятий в окружающую среду, в результате их деятельности, либо при чрезвычайных ситуациях, на современном этапе химическая опасность может являться следствием политико-экономической обстановки (повышение опасности террористических актов с применением химических веществ, поступление на рынок продукции, которая не всегда соответствует отечественным нормативам в связи с вступлением России в ВТО).

Источники химической опасности следует рассматривать как источники риска воздействия опасных химических факторов. В связи с тем, что безопасность трактуется как отсутствие недопустимого риска, крайне актуальными становятся вопросы оценки риска, в том числе для жизни и здоровья человека, определение его допустимости и разработка системы управления рисками.

Основными задачами по предупреждению и минимизации рисков воздействия химических факторов на здоровье человека и среду его обитания являются: разработка и внедрение современных методов и средств защиты населения и среды обитания от негативного воздействия опасных химических веществ; обоснование и проведение профилактических мероприятий среди групп риска; проведение фундаментальных и прикладных научно-исследовательских работ по созданию новых химических технологий, снижающих до приемлемого уровня риск негативного воздействия; замена физически изношенного оборудования и морально устаревших технологий более современными; повышение обеспеченности населения и персонала химически опасных объектов средствами индивидуальной защиты [Онищенко Г.Г., 2014; Зайцева Н.В. и др., 2020].

Важной задачей является категорирование и ранжирование уровней опасности объектов и территорий с учетом международных правовых и экономических требований и трансформации химических угроз в сфере обращения химических веществ и смесей. Существенное место в ее решении занимают обоснование единых критериев и методов категорирования и ранжирования объектов и территорий по уровню химической опасности, создание научно обоснованных методических документов для типологизации объектов и территорий на базе категорирования и ранжирования уровней химической опасности. Одним из критериев категорирования объектов и территорий являются уровни формируемого индивидуального и популяционного риска для здоровья населения и риска окружающей среде [Просвирякова И.А. и др., 2020; Чехомов С.Ю. и др., 2021].

Для категорирования и ранжирования объектов и территорий по уровню химической опасности на основе показателей свойств химических веществ, обладающих рядом негативных эффектов, целесообразным является широкое использование ме-

тодологии оценки риска здоровью населения как метода, сочетающего комплексные подходы к оценке источников, путей поступления, вероятностных эффектов здоровью населения [Клейн С.В. и др., 2022; Четверкина К.В. и др., 2022; Хасанова А.А., 2023].

В современном представлении мирового сообщества существуют узкая и широкая трактовка биологической безопасности. Смысл узкого понимания определяется наличием международных требований при работе (диагностической, производственной, экспериментальной) с патогенными биологическими агентами в соответствии с регламентированными уровнями биологической опасности и безопасности. Широкая трактовка биологической безопасности не имеет концептуальной, понятийной, терминологической и определительной основы. По результатам исследований установлено, что концептуально биологическая безопасность охватывает всю сферу санитарно-эпидемиологического благополучия, смежные с ней области ветеринарно-санитарного, фитосанитарного обеспечения, экологической безопасности, среду обитания (производственную, социально-экономическую, геополитическую инфраструктуру, экологическую систему) и осуществляется в целях предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций биологического характера. Показано, что отличием данной чрезвычайной ситуации от таковой в области общественного здравоохранения, имеющей международное значение, определенной в Международных медико-санитарных правилах (2005), является, как правило, высокая социально-экономическая и геополитическая значимость негативного влияния на жизнедеятельность человека, сопоставимая с угрозой национальной и международной безопасности.

В декабре 2020 г. на территории Российской Федерации вступил в действие Федеральный закон «О биологической безопасности в Российской Федерации», который установил основу государственного регулирования в сфере обеспечения биологической безопасности в нашей стране. Закон закрепил понятие биологической безопасности как состояния защищенности населения и окружающей среды от воздействия опасных биологических факторов, при котором обеспечивается допустимый уровень биологического риска.

Конечной целью обеспечения биологической безопасности являются предупреждение и ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций биологического характера естественного и искусственного (антропогенного) происхождения, возникающих при прямом и опосредованном воздействии опасных биологических факторов на здоровье населения в масштабе, соизмеримом с угрозой национальной и международной безопасности [Онищенко Г.Г. и др., 2013].

Биологическая опасность связана с риском возникновения опасных и особо опасных инфекций, в том числе природно-очаговых, спонтанных и «возвращающихся», а также их распространения среди населения, возникновения различных биологических катастроф (вследствие пандемий, аварий на биологически опасных объектах, а также неконтролируемой техногенной деятельности, в том числе селекции и отбора антибиотикоустойчивых патогенных штаммов микроорганизмов, и природных катастроф, приводящих к вспышкам инфекционной заболеваемости и пр.). Кроме этого, учитывая целый ряд специфических свойств, биологические агенты могут быть использованы для совершения террористических актов.

Основным признаком биологической опасности объекта или определенной территории является наличие опасных биологических факторов, способных привести к возникновению и (или) распространению заболеваний с развитием эпидемий, эпизоотий, эпифитотий, массовых отравлений, превышению допустимого уровня биологического риска.

В целом значимость угроз биологического характера трудно переоценить, так как по признанию Всемирной организации здравоохранения инфекции являются второй ведущей причиной смертности и первой причиной преждевременной смертности в мире. При этом к основным биологическим угрозам (опасностям) в настоящее время относятся:

– изменение свойств и форм патогенов, а также свойств и мест обитания их переносчиков;

– возможность преодоления патогенами межвидовых барьеров в сочетании с возникающими под воздействием окружающей среды изменениями генотипа и фенотипа;

– возникновение и распространение новых инфекций, занос и распространение редких и (или) ранее не встречавшихся на территории Российской Федерации инфекционных и паразитарных болезней, возникновение и распространение природно-очаговых, возвращающихся и спонтанных инфекций;

– проектирование и создание патогенов с помощью технологий синтетической биологии;

– нарушение нормальной микробиоты человека, сельскохозяйственных животных и растений, приводящее к возникновению и распространению связанных с этим заболеваний;

– распространение инфекций, являющихся основной причиной смертности от инфекционных заболеваний, а также распространение инфекций животных и растений, причиняющих ущерб сельскому хозяйству и вред окружающей среде;

– распространение инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, и инфекций, связанных с осуществлением ветеринарной деятельности, а также возможность возникновения профессиональных заболеваний вследствие выполнения работ с использованием патогенов;

– возникновение аварий, осуществление террористических актов и (или) диверсий на объектах, где находятся источники биологической угрозы (опасности) и (или) проводятся работы с использованием патогенов;

– распространение резистентности биологических агентов;

– распространение иммунодефицитных состояний организма человека, животного и связанных с этим инфекций (инфекционных болезней), в том числе повышение частоты и тяжести инфекционных болезней, вызываемых условно-патогенными микроорганизмами;

– осуществление террористических актов и (или) диверсий с использованием патогенов, применение биологических технологий и иных смежных технологий для разработки, производства и использования патогенов в качестве биологического оружия, а также бесконтрольное осуществление опасной техногенной деятельности, в том числе с использованием генно-инженерных технологий.

В качестве приоритетных видов биологических угроз на современном этапе выделяют: сезонный грипп, «птичий» грипп, сибирская язва, атипичные пневмонии, коронавирус COVID-19, вирусные геморрагические лихорадки, токсиноподобные вещества, генно-модифицированные продукты (ГМО), резистентность микроорганизмов к антибактериальным препаратам [Орехов С.Н. и др., 2023].

Растущее значение вышеперечисленных факторов риска явилось причиной формирования в России Национальной системы химической и биологической безопасности.

В «Стратегии национальной безопасности Российской Федерации» отмечено, что стратегическими целями обеспечения национальной безопасности в сфере сбережения народа России и развития человеческого потенциала являются устойчивый естественный рост численности и повышение качества жизни населения, укрепление здоровья граждан, сокращение бедности и пр.

Для противодействия угрозам национальной безопасности в области повышения качества жизни российских граждан будут решены задачи по обеспечению устойчивости системы здравоохранения, ее адаптации к новым вызовам и угрозам, в том числе связанным с распространением инфекционных заболеваний; повышению качества и доступности медицинской помощи, включая вакцинацию, и лекарственное обеспечение; развитию системы мониторинга биологических рисков для предупреждения биологических угроз и реагирования на них; обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения, развитию системы социально-гигиенического мониторинга.

В «Основах государственной политики Российской Федерации в области обеспечения химической и биологической безопасности Российской Федерации на период

до 2025 г. и дальнейшую перспективу» указано, что государственная политика в области обеспечения химической и биологической безопасности представляет собой совокупность мер, направленных на защиту населения и окружающей среды от негативного воздействия опасных химических и биологических факторов, предотвращение химических и биологических угроз, создание и развитие системы мониторинга химических и биологических рисков, а также на осуществление межгосударственного и международного сотрудничества в области химической и биологической безопасности. Основной целью государственной политики в области обеспечения химической и биологической безопасности является поддержание допустимого уровня риска негативного воздействия опасных химических и биологических факторов на население и окружающую среду. В связи с этим выявление, анализ, прогнозирование, внедрение единых критериев оценки и ранжирования рисков, связанных с негативным воздействием химических и биологических факторов, и осуществление комплекса мероприятий по мониторингу и нейтрализации химических и биологических угроз, предупреждению и минимизации соответствующих рисков, повышению защищенности населения и окружающей среды, а также оценка эффективности указанных мероприятий в настоящее время отнесены к приоритетным направлениям государственной политики в области обеспечения безопасности Российской Федерации.

Усиление глобальной конкуренции, ожидаемая новая волна технологических изменений, возрастание роли человеческого капитала как основного фактора развития страны, исчерпание потенциала экспортно-сырьевой модели экономики ставят вопросы безопасности территорий и населении Российской Федерации в ряд приоритетных.

К приоритетам в государственной политике по обеспечению безопасности населения и территорий отнесен и перенос акцентов с комплекса мер по реагированию на возникшую ситуацию и ликвидации последствий вредных воздействий («культуры реагирования») на прогнозирование и профилактику опасностей («культура предупреждения»). Такие изменения предъявляют новые требования к разработке методов, средств, технологий и критериев по выявлению, прогнозированию, классификации и ранжированию внешних и внутренних рисков жизненно важным интересам объектов безопасности. Вместе с тем актуальной остается научная и методическая поддержка современных форм государственного надзора, контроля, экспертиз и мониторинга опасных факторов окружающей и производственной среды.

Выбор объектов и территорий для государственного надзора и мониторинга целесообразно производить на основе их категорирования. Методология категорирования объектов позволяет обосновать классификационные характеристики разных категорий объектов надзора, относимых к разным видам деятельности, и обосновать основное содержание и объемы контрольно-надзорных мероприятий на объектах разных категорий опасности и рисков для здоровья [Зайцева Н.В. и др., 2020; Май И.В. и др., 2023].

Постоянное включение в обращение новых химических веществ и рост требований международного сообщества к их учету и контролю, появление новых возбудителей инфекционных заболеваний и повышение вероятности распространения эпидемий в условиях интенсификации перемещения людей, в том числе миграционных процессов, с одной стороны, и накопленное за многие годы бремя химического и биологического загрязнения среды обитания – с другой, требуют расширения научной и методической базы, в первую очередь в сфере анализа риска здоровью. При этом ставится задача подъема научных исследований на уровень мировых достижений, в том числе с учетом последних достижений в области биотехнологий, информатики, нанотехнологий, здравоохранения и в других сферах.

Первоочередное развитие предполагается в отношении объектов, обеспечивающих научную и научно-производственную деятельность в сфере химической и биологической безопасности, а также организаций, находящихся в ведении федеральных органов исполнительной власти, имеющих полномочия по осуществлению контроля (надзора) и мониторинга опасных производственных объектов и среды

обитания населения. Актуальной остается поддержка организаций, ориентированных на разработку и внедрение современных медико-профилактических технологий, предназначенных как для лиц, работающих на опасных химических и биологических объектах, так и для населения территорий риска негативного воздействия. Поставленные базовыми государственными документами задачи в сфере сохранения человеческого, в том числе трудового, потенциала страны требуют инновационных разработок в сфере минимизации риска и профилактики заболеваний.

При достижении целого ряда положительных результатов в обеспечении химической и биологической безопасности территорий и населения сложившаяся ситуация характеризуется комплексом тревожных показателей и тенденций, которые сохранятся при отсутствии на перспективу взаимоувязанной системы программных мероприятий по минимизации рисков здоровью населения.

Решение проблемы может осуществляться по нескольким вариантам. Первый вариант – поддержание существующей системы безопасности на достигнутом уровне, обеспечивающем отсутствие ухудшения ситуации в условиях появления новых рисков при воздействии наиболее опасных химических и биологических факторов на население, техносферу и экологические системы. Второй вариант – развитие существующей системы как стратегически ориентированной национальной системы, направленной на снижение до приемлемого уровня риска воздействия опасных химических и биологических факторов на население с интеграцией в международные системы безопасности.

Первый вариант предусматривает реализацию мероприятий, включающих:

♦ координацию взаимодействия и информационного обмена федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций при определении приоритетов для разработки и внедрения системы обеспечения химической и биологической безопасности населения на федеральном, региональном, местном и объектовом уровнях;

♦ подготовку проектов информационных и методических документов, а также обоснование предложений по взаимодействию с иностранными государствами в области обеспечения химической и биологической безопасности;

♦ комплексные исследования, направленные на оценку и управление риском для здоровья населения и функционирования ключевых объектов техносферы, в том числе при чрезвычайных и аварийных ситуациях;

♦ разработку предложений в области повышения надежности функционирования объектов химической и биологической опасности, модернизацию систем контроля и управления рисками чрезвычайных ситуаций и ликвидации их последствий;

♦ создание инновационных технологий предупреждения рисков и ущербов в условиях сложившихся комплексов химического и биологического загрязнения в результате хозяйственной деятельности;

♦ разработку принципов, основных положений и механизмов юридической и экономической ответственности за недопустимые уровни риска и страхования этой ответственности для задач совершенствования законодательной базы Российской Федерации;

♦ координацию и интенсификацию фундаментальных и прикладных научно-исследовательских работ по созданию и оценке опасности новых объектов и технологий, усовершенствованию существующих и созданию новых методов идентификации опасности, оценки риска для здоровья и функционирования хозяйствующих субъектов, предупреждения и компенсации ущерба при реализации этого риска;

♦ разработку методического, программно-аппаратного, информационно-аналитического и иного обеспечения эффективного функционирования системы повышения квалификации специалистов федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций в области оценки и управления риском в сфере химической и биологической безопасности;

♦ создание на базе ресурсов федеральных и региональных структур управления системы информирования федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и населения о рисках здоровью, способах их снижения, мерах по защите от воздействия опасных факторов.

Данный вариант решения проблемы ориентирован на корректировку сложившейся неблагоприятной ситуации, в первую очередь в зонах повышенной опасности. При указанном варианте приоритетами являются развитие основ устойчивой системы обеспечения безопасности населения Российской Федерации и устранение недопустимых уровней риска здоровью большинства граждан.

Отказ от реализации данных мероприятий может привести к дискоординации усилий федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и хозяйствующих субъектов в области обеспечения безопасности. Это обусловит риск неоправданно высоких затрат, который формируется, с одной стороны, необходимостью компенсации обусловленного воздействием негативных факторов ущерба, при непринятии своевременных мер по его предотвращению, с другой стороны, отсутствие координации действий по обеспечению безопасности может привести к излишнему на данном этапе, экономически неэффективному расходованию трудовых и финансовых ресурсов, в том числе за счет дублирования отдельных мероприятий.

Второй вариант предусматривает реализацию, помимо предусмотренных в первом варианте, дополнительных мероприятий, включающих:

♦ координацию взаимодействия и информационного обмена федеральных органов исполнительной власти при реализации внешней и внутренней политики Российской Федерации в области обеспечения химической и биологической безопасности;

♦ обеспечение национальных интересов в сфере химической и биологической безопасности в условиях интеграции России в мировое сообщество;

♦ межрегиональную координацию информационного обмена и взаимодействия при рисках трансграничного воздействия опасных химических и биологических объектов;

♦ внедрение механизмов юридической и экономической ответственности за недопустимые уровни риска и страхования этой ответственности;

♦ создание общенациональной организационно-функциональной структуры обеспечения безопасности для здоровья населения, включающей центр управления рисками, информационные и управляющие структуры вертикального и горизонтального взаимодействия;

♦ разработку комплекса мер стимулирования достижения минимальных уровней риска здоровью, увеличения периода экономической активности населения;

♦ разработку интеллектуальных средств прогнозирования и оценки опасности новых производственных процессов и объектов;

♦ формирование банка инновационных технологий управления рисками.

Преимуществом этого варианта является то, что он позволит создать полноценную систему обоснования управленческих решений в сфере химической и биологической безопасности населения, производственной базы, биосферы и экологических систем, в том числе на основе межрегионального сотрудничества.

Однако, поскольку реализация расширенного варианта программы связана с высоким риском экстремальных нагрузок на экономику и замедления социально-экономического развития страны, в существующей экономической ситуации предпочтение целесообразнее отдать первому варианту. В этом случае наряду с выполнением базовых мероприятий по снижению уровня риска воздействия опасных факторов на население страны будут созданы предпосылки для формирования устойчивой системы обеспечения химической и биологической безопасности страны.

Для развития национальной системы химической и биологической безопасности, последовательно обеспечивающей нейтрализацию химических и биологических

угроз, предупреждение и минимизацию химических и биологических рисков, повышение защищенности населения и окружающей среды от негативного воздействия опасных химических и биологических факторов, необходимо решить следующие основные **задачи**:

♦ выявление, прогнозирование, критериальное обеспечение и ранжирование внешних и внутренних рисков жизненно важным интересам объектов безопасности;

♦ совершенствование государственного регулирования в сфере химической и биологической безопасности с разработкой модельных элементов для интеграции в наднациональные, межгосударственные и международные системы;

♦ оптимизация многоуровневого межведомственного организационно-функционального взаимодействия и координации в системе обеспечения химической и биологической безопасности;

♦ развитие ресурсного потенциала территориальных и функциональных элементов национальной системы химической и биологической безопасности;

♦ осуществление и оценка эффективности комплекса оперативных, тактических и стратегических мер по нейтрализации угроз и опасностей, предупреждению и минимизации рисков, повышению защищенности населения, экологических систем и техносферы;

♦ организация и проведение научных исследований в области обеспечения химической и биологической безопасности.

Приоритетные направления обеспечения этой системы определяются сложившейся социально-экономической ситуацией в стране и политическими векторами, заданными базовыми государственными документами последних лет.

Для реализации указанных задач в сфере обеспечения безопасности среды обитания для здоровья граждан необходимо осуществление мер по следующим приоритетным направлениям:

1) мониторинг химических и биологических рисков;

2) совершенствование нормативно-правового регулирования и государственного управления;

3) развитие ресурсного обеспечения национальной системы химической и биологической безопасности;

4) осуществление комплекса мероприятий по нейтрализации химических и биологических угроз, предупреждению и минимизации химических и биологических рисков, повышению защищенности населения и окружающей среды от негативного воздействия опасных химических и биологических факторов, а также оценка эффективности указанных мероприятий.

По каждому приоритетному направлению целесообразно осуществить комплекс мероприятий.

В рамках первого приоритетного направления к таким мероприятиям следует отнести:

♦ комплексный анализ ситуации, выявление и оценку новых химических и биологических угроз и опасностей;

♦ научное, информационно-аналитическое, критериальное и методическое обеспечение оценки рисков для населения, формируемых приоритетными источниками опасности;

♦ научно-методическое обеспечение оценки вреда, ущерба и страхования рисков здоровью, связанных с деятельностью объектов – источников опасности;

♦ разработку методов индикации и идентификации биологических агентов и химических веществ в объектах среды обитания и биологических средах;

♦ методическую поддержку государственного надзора, контроля, экспертиз и мониторинга опасных факторов в объектах окружающей и производственной среды;

♦ научно-методическое обоснование мер реагирования на всех уровнях системы управления и взаимодействия в области обеспечения санитарно-эпидемиологической безопасности на базе ситуационного и имитационного моделирования па-

раметров в условиях законодательных, структурно-функциональных и иных преобразований в Российской Федерации;

♦ разработку и гармонизацию с международными стандартами гигиенических нормативов, содержания химических и биологических агентов в объектах среды обитания и биологических средах человека, в том числе по критериям риска.

По второму приоритетному направлению необходимо предусмотреть на основе проведенного комплексного анализа сложившейся в Российской Федерации ситуации осуществление следующих мероприятий:

♦ разработку механизмов совершенствования государственного регулирования и контроля безопасности на всех уровнях законодательной и исполнительной власти;

♦ научное обоснование путей и методов совершенствования структурно-функциональной модели управления рисками на уровнях Федерации, субъектов Федерации и муниципальных образований и хозяйствующих субъектов с учетом законодательных и структурно-организационных преобразований в стране;

♦ научно-информационной поддержки развития нормативно-правовой базы, обеспечивающей интеграцию России в ВТО, ОСЭР, мировое сообщество и иных мер по выполнению обязательств Российской Федерации по международным договорам (конвенциям) в сфере химической и биологической безопасности;

♦ развитие международного сотрудничества в области безопасности для жизни и здоровья граждан, способствующего экономическому развитию и интеграции Российской Федерации в рамках ЕАЭС, ВТО и ОЭСР.

В рамках третьего приоритетного направления следует обеспечить осуществление следующих мероприятий:

♦ развитие научно-производственной и материально-технической базы организаций, находящихся в ведении федеральных органов исполнительной власти, с учетом полномочий и функций по осуществлению контроля (надзора) и мониторинга в области обеспечения химической и биологической безопасности Российской Федерации, объектов промышленности, науки, коммунальной и иных отраслей хозяйственной деятельности, функционирование которых направлено на обеспечение безопасности;

♦ развитие научно-методической базы деятельности объектов промышленности, науки, коммунальной и иных отраслей хозяйственной деятельности, функционирование которых направлено на обеспечение безопасности;

♦ разработка медико-профилактических технологий диагностики, лечения и профилактики нарушений здоровья, связанных с опасными факторами;

♦ повышение уровня кадровой подготовки в сфере обеспечения безопасности.

В рамках четвертого приоритетного направления необходимо осуществление следующих мероприятий:

♦ организационно-технических, технологических и планировочных мер по идентификации и нейтрализации угроз и минимизации рисков, связанных с опасными факторами;

♦ реализация комплекса медико-профилактических мероприятий в отношении лиц, подверженных риску негативного воздействия факторов на опасных объектах и в зонах их влияния.

В качестве целевых индикаторов и показателей реализации мероприятий по обеспечению безопасности для жизни и здоровья граждан Российской Федерации можно предложить:

♦ количество разработанных и гармонизированных с международными требованиями нормативов факторов риска в объектах окружающей среды и продукции;

♦ количество новых методов индикации опасных химических веществ и биологических агентов;

♦ количество реконструированных и построенных объектов, оснащенных средствами контроля для обеспечения безопасности, находящихся в ведении федеральных органов исполнительной власти, имеющих полномочия и функции по осуществле-

нию контроля (надзора) и мониторинга, находящихся в ведении уполномоченных надзорных (контрольных) органов;

♦ долю населения, проживавшего в условиях неприемлемого уровня риска воздействия опасных химических и биологических факторов, для которого риск снижен до приемлемого;

♦ количество разработанных современных медицинских технологий профилактики, диагностики, лечения и реабилитации населения, проживающего в условиях опасных химических и биологических воздействий;

♦ предотвращенный ущерб окружающей среде, жизни и здоровью граждан, объектам хозяйственной деятельности в результате реализации мероприятий по управлению рисками.

Отдельным вопросом безопасности является продовольственная безопасность Российской Федерации – состояние экономики страны, при котором обеспечивается продовольственная независимость, гарантируется физическая и экономическая доступность для каждого гражданина страны пищевых продуктов, соответствующих требованиям законодательства Российской Федерации о техническом регулировании, в объемах не меньше рациональных норм потребления пищевых продуктов, необходимых для активного и здорового образа жизни.

Обеспечение продовольственной безопасности сопряжено с рисками, которые могут существенно ее ослабить. К одним из наиболее значимых относятся риски, связанные с различиями в требованиях к безопасности пищевых продуктов и организации системы контроля их соблюдения.

Определенные риски также связаны с активным использованием на современном этапе генно-инженерных технологий, которые нашли наиболее широкое применение при конструировании новых сортов сельскохозяйственных культур, что выдвигает особые требования к безопасности продуктов питания. Объективными источниками наличия реальных или потенциальных биологических рисков генетически модифицированных (ГМ) продуктов питания являются: непредсказуемость встраивания чужеродного фрагмента ДНК в геном растения; слабая изученность механизмов регуляции и функционирования генов высших растений; наличие плейотропного эффекта встроенного трансгена; нарушение стабильности генома и изменение его функционирования вследствие процесса трансформации; нарушение стабильности встроенного в геном чужеродного фрагмента ДНК; наличие во встроенном фрагменте ДНК «технологического мусора», в том числе генов устойчивости к антибиотикам и вирусных промоторов; аллергические и токсические эффекты чужеродного белка.

Для обеспечения безопасности пищевых продуктов необходимо контролировать соответствие требованиям законодательства Российской Федерации в этой области сельскохозяйственной, рыбной продукции и продовольствия, в том числе импортированных, на всех стадиях их производства, хранения, транспортировки, переработки и реализации. Необходимо исключить бесконтрольное распространение пищевой продукции, полученной из генетически модифицированных растений, с использованием генетически модифицированных микроорганизмов и микроорганизмов, имеющих генетически модифицированные аналоги. Предстоит продолжить гармонизацию с международными требованиями показателей безопасности пищевых продуктов на основе фундаментальных исследований в области науки о питании.

Для полноценной гармонизации необходима разработка отечественных нормативов, базирующихся на международно признанных принципах оценки риска здоровью. Вместе с тем в рамках обеспечения безопасности пищевой продукции абсолютно недопустимым является принятие иностранных нормативов без их экспертной оценки отечественными специалистами в области оценки риска здоровью.

Таким образом, развитие системы обеспечения национальной безопасности в сфере ее обеспечения отсутствия недопустимого риска для жизни и здоровья граждан является одной из ключевых областей применения методологии анализа риска в решении стратегических задач государственного социально-экономического развития.

Повышение конкурентоспособности товаров на мировом уровне

Под конкурентоспособностью товара понимается способность продукции быть привлекательной по сравнению с другими изделиями аналогичного вида и назначения благодаря лучшему соответствию своих характеристик требованиям данного рынка и потребительским оценкам.

Конкурентоспособность товаров и услуг – основной фактор качества жизни [Уланова О.И., 2021]. По мнению комиссии ЮНЕСКО по народонаселению и качеству жизни [Корсунская М.П., 1999], понятие «качество жизни» включает в себя следующее:

1) здоровье;
2) образование;
3) рациональное (адекватное) питание;
4) стабильную, экологически чистую окружающую среду, включая жилище;
5) безопасность;
6) здравоохранение;
7) участие в жизни общества, создание необходимых услуг для его развития;
8) справедливость;
9) равенство мужчин и женщин.

Выполнение первых семи условий непосредственно зависит от конкурентоспособности товаров и услуг [Лифиц И.М., 2009].

Показатели, характеризующие конкурентоспособность товара, обычно подразделяют на две группы (так называемые «цена – качество»):

1) показатели, характеризующие потребительские свойства товара (его качество), из которых складывается его полезный эффект. Они представляют собой набор «жестких» и «мягких» показателей;

2) экономические показатели, которые характеризуют экономические свойства товара (так называемую цену).

Тем не менее, как обоснованно считал американский ученый Деминг, основой конкурентоспособности продукции является ее качество. Качество продукции определяет ее способность удовлетворять потребности потребителей и соответствие стандартам [Насибуллин Р.Р. и др., 2023].

«Жесткие» показатели качества обеспечивают физическую возможность использования товара по назначению и подразделяются на следующие группы:

1) технические – это показатели назначения (свойства и функции товара, определяющие область его применения), эргономические показатели (характеризуют соответствие товара свойствам человеческого организма), технические показатели (технологические решения, надежность, безопасность);

2) нормативные – показатели соответствия требованиям международных и национальных стандартов, нормативов, действующих на рынке, где данный товар предполагается продавать.

Сложность заключается в том, что потребитель при оценке качества товаров ориентируется в значительной мере не на регламентируемые нормативными документами показатели качества, а на собственные вкусы и представления о том, каким должен быть товар. Причем иногда представления о товаре у многих потребителей очень поверхностные, на уровне в основном органолептических показателей, которые не всегда достаточно полно и объективно характеризуют полезность товара для потребителей. Например, снижение количества нитратов, добавляемых в вареные колбасы, повышает их безопасность, но ухудшает цвет, который приобретает серые оттенки. Однако большинство потребителей предпочитают колбасы с явно выраженной розовой окраской, не подозревая о ее природе (розовая окраска является следствием взаимодействия нитратов с миоглобином мяса, в результате чего образуется нитрозомиоглобин, который в повышенных дозах небезопасен для человека). Другой пример. Многие пищевые добавки (синтетические красители, подкислители, пенообразователи и т.п.) улучшают органолептические свойства продуктов питания,

а консерванты – удлиняют сроки хранения, что и обеспечивает им потребительские предпочтения. Однако полезность таких продуктов ниже, чем натуральных.

Таким образом, можно говорить о потребительской оценке уровня качества, который устанавливается как отношение фактически определяемых значений органолептических показателей качества к предполагаемым потребителями значениям тех же показателей.

В то же время использование объективных критериев полезности продукции в сочетании с надлежащим уровнем оценки ее безопасности для здоровья будет способствовать возможности потребителя правильно определить качество продукта и оценить его реальную конкурентоспособность.

Критерии «уровень качества» (качество) и «цена потребления» (цена) можно без преувеличения считать приоритетными, так как в коммерческой практике при оценке конкурентоспособности оперируют в основном парой «качество – цена».

Безопасность продукции для здоровья рассматривается как один из компонентов качества продукции. Законодательной основой обязательных требований к качеству служат Закон РФ № 2300-1 от 07.02.1992 «О защите прав потребителей» (далее – Закон о защите прав потребителей), № 29-ФЗ от 02.01.2000 «О качестве и безопасности пищевых продуктов» (далее – ФЗ о качестве пищевых продуктов), от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании» и другие законодательные акты. Основными носителями обязательных требований к качеству продукции на современном этапе являются также технические регламенты Евразийского экономического союза.

Нормативной основой требований к качеству являются международные и межгосударственные стандарты, а в случае их отсутствия – национальные (государственные) стандарты. Если основная цель технических регламентов заключается в защите жизни и здоровья граждан и охране имущества и окружающей среды, то применение стандартов, в первую очередь, направлено на повышение конкурентоспособности продукции. Чем выше роль безопасности и подтверждения качества для сравнительной конкурентоспособности продукции, тем выше роль технических регламентов и стандартов, соответственно.

Безусловно, новые вызовы диктуют необходимость в выработке системы взглядов на развитие системы технического регулирования в Российской Федерации в современных условиях. В 2020 г. Высшим Евразийским экономическим советом были утверждены Стратегические направлениях развития евразийской экономической интеграции до 2025 г. [О стратегических направлениях развития евразийской экономической интеграции до 2025 г.]. Техническое регулирование в части обеспечения надлежащей защиты и гарантий качества, безопасности обращаемых товаров входит в одно из одиннадцати стратегических направлений.

В рамках совершенствования системы технического регулирования и применения санитарных, ветеринарно-санитарных и карантинных фитосанитарных мер планируется:

– создание эффективного механизма защиты общего рынка Союза от небезопасной продукции;

– установление единых обязательных требований к продукции;

– обеспечение единообразного подхода к применению технических регламентов;

– создание евразийской системы качества продукции, обращаемой на общем рынке Союза;

– обеспечение системного развития стандартизации и метрологии;

– совершенствование механизмов контроля в целях обеспечения повышения доверия к результатам деятельности аккредитованных организаций;

– совершенствование права Союза в части применения санитарных, ветеринарно-санитарных и карантинных фитосанитарных мер на основе анализа риска с учетом международных стандартов и рекомендаций.

В Российской Федерации для повышения эффективности технического регулирования необходимо решить несколько важных задач. Первой задачей является

актуализация и разработка перечня стандартов, которые обеспечивают выполнение требований технических регламентов. Более 10 лет прошло с момента принятия первых технических регламентов ЕАЭС, а между тем многие стандарты, в которых нуждаются регламенты, не разработаны или присутствуют в виде документа уровня МУК, что обесценивает требования последних. Необходимым является оценка и пересмотр перечней стандартов и обеспечение точечной разработки современных стандартов на методы испытаний. Другой задачей является запуск системы прослеживаемости продукции путем привязки конкретной единицы товара к разрешительной документации [Аронов И., 2021].

Жесткость требований, устанавливаемых в технических регламентах, стандартах, контрактах, технических условиях, технических заданиях, на разработку продукции, на соответствие которым она будет проверяться, определяет уровень качества продукции. Очень жесткие требования к качеству и безопасности закладывают в своих фирменных стандартах товаропроизводители, лидирующие на рынке или ставящие перед собой задачу выйти в лидеры.

По мнению аналитиков, в последнее время при оценке конкурентоспособности товаров целесообразно рассматривать соотношение «цена – качество – безопасность» (рис. 11.2.1). Это связано с тем, что все больше и больше потребителей связывают качество продукции с ее безопасностью для здоровья, то есть отсутствием недопустимого риска.

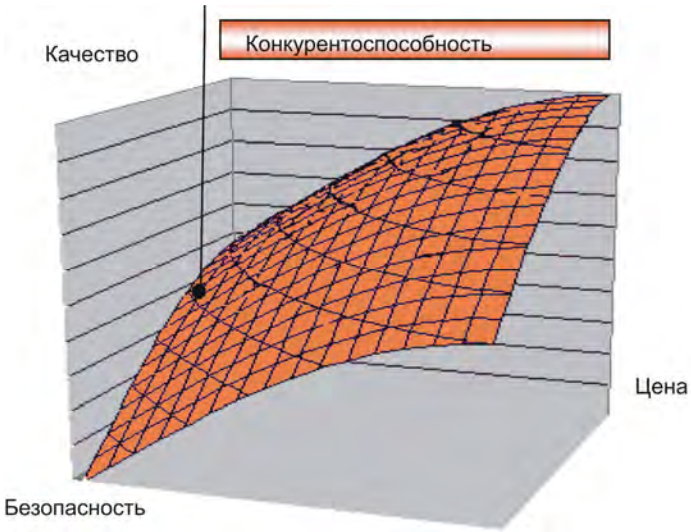


Рис. 11.2.1. Соотношение «цена – качество – безопасность» в оценке конкурентоспособности продукции

Признание данного факта нашло отражение и в принципах разработки нормативов вредного воздействия продукции на здоровье, которые обосновываются по критериям допустимого риска здоровью (risk-based). Методические подходы и накопленный в России опыт обоснования нормативов в соответствии с международно признанными принципами изложены в соответствующей главе настоящей монографии.

В настоящее время как в Российской Федерации, так и в странах ЕАЭС продолжается интенсивная работа по обоснованию требований технических регламентов и единых санитарных норм, определяющих безопасность товаров, с использованием критериев риска здоровью. Использование при этом наиболее современных подходов к оценке риска продукции для здоровья позволяет обеспечить большую безопасность отечественной продукции и тем самым повысить ее конкурентоспособность.

Выполнение требований к безопасности продукции, основанных на критериях допустимого риска, стимулирует отечественных производителей к внедрению инноваций, что может дать преимущества при равных условиях конкуренции на внешних рынках. Одновременно отказ от принципа нулевого риска, использовавшегося при гигиеническом нормировании, снижает барьеры входа на рынки в виде неоправданно жестких нормативов качества продукции, обеспечивающих полное отсутствие влияния факторов опасности для здоровья.

Следует отметить, что оценка безопасности продукции на базе критериев риска здоровью является одним из ключевых условий гармонизации требований к товарам. В первую очередь это относится к евразийскому экономическому пространству совместного развития. Гармонизированные требования и способы их обоснования будут создавать равные условия конкуренции внутри евразийского экономического пространства и на других рынках с аналогичными требованиями. Гармонизация методов анализа риска и требований к безопасности продукции, разработанных с их применением, способствует развитию устойчивых производственных кооперационных связей со странами – технологическими лидерами, в том числе в целях осуществления совместных проектов выхода на глобальные рынки, что может существенно повышать конкурентоспособность отечественных товаров.

Таким образом, методологию анализа риска здоровью можно рассматривать в качестве инструмента, способствующего повышению конкурентоспособности товаров, произведенных в стране, как на внутреннем рынке, так и на мировом уровне.

Обеспечение сбалансированного пространственного развития

Экономическое пространство современной России характеризуется высоким уровнем неоднородности, фрагментарности и несбалансированности ввиду целого ряда объективных причин экономического, социального и политического характера. В целях повышения эффективности регулирования пространственной организации, изменения сложившейся модели территориального развития страны с целью наращивания темпов экономического развития и сокращения уровня межрегиональных различий была принята «Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года» [Каленицкий О.А. и др., 2021].

Согласно документу основной целью пространственного развития Российской Федерации является обеспечение устойчивого и сбалансированного пространственного развития Российской Федерации, направленного на сокращение межрегиональных различий в уровне и качестве жизни населения, ускорение темпов экономического роста и технологического развития, а также на обеспечение национальной безопасности страны [Распоряжение Правительства РФ от 13.02.2019 № 207-р].

Приоритетами Стратегии до 2025 г. являются:

♦ опережающее развитие территорий с низким уровнем социально-экономического развития, обладающих собственным потенциалом экономического роста, а также территорий с низкой плотностью населения и прогнозируемым наращиванием экономического потенциала, в том числе через развитие опорных населенных пунктов;

♦ обеспечение транспортной доступности, развитие информационно-коммуникационной инфраструктуры и социальное обустройство территорий с низкой плотностью населения с недостаточным собственным потенциалом экономического роста;

♦ социальное обустройство территорий с низкой плотностью населения с недостаточным собственным потенциалом экономического роста;

♦ развитие приграничных муниципальных образований с учетом их стратегического значения, существующего уровня и потенциала социально-экономического развития.

Достижение цели сбалансированного пространственного развития страны возможно при условии решения следующих задач:

1) преодоление инфраструктурных ограничений федерального значения и повышение доступности и качества магистральной транспортной, энергетической и информационно-телекоммуникационной инфраструктуры;

2) сокращение уровня межрегиональной дифференциации в социально-экономическом развитии субъектов Российской Федерации, а также снижение внутрирегиональных социально-экономических различий;

3) создание и развитие на территории Российской Федерации сети научных установок класса «мегасайенс», крупных исследовательских инфраструктур, центров коллективного пользования научным оборудованием, экспериментального производства и инжиниринга;

4) обеспечение национальной безопасности Российской Федерации;

5) обеспечение качества окружающей среды, необходимого для благоприятной жизни человека, сохранение и восстановление природной среды, сбалансированное природопользование, смягчение негативных последствий изменения климата.

Необходимость сбалансированного пространственного развития нашего государства диктуется уникальностью размеров Российской Федерации и крайней неоднородностью ее территории по природным и климатическим условиям, плотности и демографическим характеристикам населения, экономическому развитию, финансовой насыщенности, инвестиционной привлекательности и пр.

Наиболее ощутим в России пространственный дисбаланс трудовых ресурсов. При этом наблюдается их концентрация в зонах развитого промышленного потенциала, который сопровождается негативным воздействием на объекты среды обитания, обусловливающим опасность для здоровья. С одной стороны, большая доля трудовых ресурсов находится на территориях с максимальным риском здоровью населения и максимальной вероятностью их потерь. С другой стороны, реализация сбалансированного пространственного развития с соблюдением принципа полицентричности сбалансированной территориальной системы подразумевает формирование новых центров, в которых предполагается концентрация производственного и экономического потенциала, а следовательно, и трудоспособного населения.

Для предупреждения потерь трудового потенциала и пространственно сбалансированного распределения ресурсов необходимо разработать инструменты управления рисками, возникающими при прогнозируемых ситуациях.

Например, в условиях существующих промышленно-селитебных агломераций в окружающую среду выбрасывается настолько большое число вредных химических веществ, что даже при соблюдении существующих гигиенических нормативов создается недопустимый риск для здоровья населения. В этих случаях может быть целесообразным введение региональных более жестких гигиенических нормативов, разработанных с учетом риска комбинированного, комплексного и сочетанного воздействия. В этом случае нормативы качества воздуха, воды, почвы и других объектов среды обитания будут соответствовать как минимум безопасному уровню их воздействия на здоровье человека. И в том, и в другом случае будет достигнуто снижение потерь, связанных с нарушениями здоровья людей, приводящее к увеличению производства валового продукта и наращиванию трудового потенциала. Дополнительным эффектом подобных мер может быть повышение инвестиционной и демографической привлекательности территорий.

Поскольку экологические нормативы в настоящее время устанавливаются с использованием результатов гигиенического нормирования, данная мера может привести либо к снижению риска для здоровья вследствие уменьшения антропогенной нагрузки, либо к формированию за счет платы за сверхнормативные выбросы и сбросы экономической базы для проведения медико-профилактических мероприятий по снижению риска.

Императивное установление для этих территорий нормативов допустимой антропогенной нагрузки позволит определить количественные и качественные ориентиры для разработки программ минимизации риска для здоровья и поэтапного снижения негативного воздействия от субъектов экономической деятельности.

При формировании новых центров социально-экономического развития, опирающихся на развитие энергетической и транспортной инфраструктуры и создание сети территориально-производственных кластеров, реализующих конкурентный потенциал территорий, для обеспечения санитарно-эпидемиологической и экологической безопасности населения необходимо изначально использовать уже накопленный опыт в виде элементов управления рисками здоровью на базе пространственного анализа, в том числе описанных в соответствующей главе настоящей монографии. Для полноценного использования данного опыта и его развития необходимо завершение разработки и принятия документов территориального планирования и градостроительного зонирования, как это предусмотрено «Единым планом по достижению национальных целей развития Российской Федерации на период до 2024 года и на плановый период до 2030 года» [Распоряжение Правительства РФ от 01.10.2021 № 2765-р (с изм. от 24.12.2021 г.)]. С целью всестороннего рассмотрения и обеспечения сбалансированности планов пространственного развития целесообразно привлекать специалистов в области анализа риска здоровью к оценке обоснованности пространственных градостроительных решений как на уровне страны в целом, так и на локальном уровне.

Одним из аспектов применения методологии анализа риска здоровью, связанного с качеством среды обитания, должно стать определение территорий, ситуация на которых квалифицируется как «опасная» (неблагополучная), что создает угрозу здоровью и жизни проживающего населения. Следует при этом учитывать не только действующие или планируемые к размещению источники опасности, но и накопленный экологический ущерб и риск здоровью населения. Идентификация таких территорий крайне актуальна, поскольку при планировании их дальнейшего развития будет необходимо предусматривать комплекс мероприятий по улучшению санитарно-эпидемиологической и экологической ситуации, перераспределение промышленных, транспортных, селитебных и иных зон с целью уменьшения опасности для здоровья людей.

Показатели риска для здоровья можно предложить в качестве составляющей части индекса привлекательности регионов для развития. Эти показатели также хорошо демонстрируют эффективность государственного управления и могут быть составной частью индекса социально-экономического развития территорий. Естественно, в этом случае необходимо учитывать долю рисков, которую можно снизить при исполнении органами власти определенных им функций в пределах своих компетенций.

В целом при соответствующем совершенствовании законодательной базы, направленном на обеспечение минимизации рисков здоровью, применение методологии анализа риска здоровью в качестве инструмента, способствующего повышению эффективности человеческого капитала, обеспечению высоких стандартов благосостояния человека, развитию системы обеспечения национальной безопасности, повышению конкурентоспособности товаров на мировом уровне, обеспечению сбалансированного пространственного развития, создает предпосылки для перевода российской экономики в режим инновационного развития.

Список литературы к главе 11

Алексеев, В.Б. Перспективы управления профессиональными рисками в условиях реформ нормативно-правовой базы / В.Б. Алексеев, Н.В. Зайцева, П.З. Шур // Медицина труда и промышленная экология. – 2018. – № 10. – С. 39–44.

Ананченкова, П.И. Влияние здоровья на формирование человеческого капитала / П.И. Ананченкова, М.Г. Кудрявцев, М.Н. Шегай // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2023. – Т. 31, № S2. – С. 1263–1267.

Аронов, И. О реформировании системы технического регулирования [Электронный ресурс] / И. Аронов // Стандраты и качество. – 2021. URL: https://ria-stk.ru/stq/adetail.php?ID=202242 (дата обращения: 11.01.2024).

Ревич, Б.А. Российский и международный опыт разработки планов действий по защите здоровья населения от климатических рисков / Б.А. Ревич, В.В. Малеев, М.Д. Смирнова, Н.Ю. Пшеничная // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99, № 2. – С. 176–181.

Глобальный план действий по охране здоровья работающих на 2008–2017 гг. – Женева: ВОЗ, 2007.

Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2022 году». – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2023. – 368 с.

Денисов, Э.И. Концепции ВОЗ и МОТ по охране здоровья работников [Электронный ресурс] / Э.И. Денисов // Семинар SANOFI PASTEUR 19.04.2013 г. – URL: nopm.sharepoint.com/Documents/Денисов.pdf (дата обращения: 15.08.2014).

Жаворонкова, Н.Г. Экологическая, биологическая, социальная безопасность: организационно-правовой аспект / Н.Г. Жаворонкова, В.Б. Агафонов // Lex Russica (Русский закон). – 2020. – Т. 73, № 7 (164). – С. 43–49.

Зайцева, Н.В. Научное обоснование политики митигирования последствий загрязнения объектов среды обитания населения на базе сопряженной оценки рисков и доказанного вреда здоровью / Н.В. Зайцева, И.В. Май // Анализ риска здоровью – 2020 совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью Rise-2020 и круглым столом по безопасности питания: материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 т. / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2020. – Т. 1. – С. 9–14.

Зайцева, Н.В. Риск-ориентированный надзор как стратегический инструмент повышения уровня безопасности пищевой продукции на потребительском рынке России / Н.В. Зайцева, И.В. Май // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99, № 12. – С. 1398–1406.

Зайцева, Н.В. 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.

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

Каленицкий, О.А. Стратегия пространственного развития Российской Федерации: проблемы и реалии / О.А. Каленицкий, Л.Л. Карама // Вестник Калининградского филиала Санкт-Петербургского университета МВД России. – 2021. – № 4 (66). – С. 85–89.

Клейн, С.В. Проблемы анализа, прогнозирования и ранжирования химических рисков для здоровья (обзор научной литературы) / С.В. Клейн, С.А. Вековшинина, Н.В. Никифорова, А.А. Хасанова, К.В. Четверкина // Анализ риска здоровью – 2022. Фундаментальные и прикладные аспекты обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью Rise-2022 и круглым столом по безопасности питания: материалы XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 т. / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2022. – Т. 1. – С. 42–51.

Корсунская, М.П. В Москве готовится форум «Качество жизни» / М.П. Корсунская // Стандарты и качество. – 1999. – № 3. – С. 30–31.

Корчагин, Ю.А. Широкое понятие человеческого капитала / Ю.А. Корчагин. – Воронеж: ЦИРЭ, 2009.

Лифиц, И.М. Конкурентоспособность товаров и услуг / И.М. Лифиц: учебное пособие; 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшее образование; Юрайт-Издат, – 2009. – 460 с.

Мажаева, Т.В. Анализ изменения пищевых предпочтений и заболеваний (состояний), связанных с питанием, у населения Российской Федерации / Т.В. Мажаева // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2020. – № 9. – С. 19–25.

Май, И.В. Совершенствование порядка отнесения объектов санитарно-эпидемиологического надзора к категориям риска / И.В. Май, Э.В. Седусова // Анализ риска здоровью – 2023. Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2023: материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участи: в 2 т. / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2023. – Т. 1. – С. 354–359.

Мозиас, П.М. Особенности демографического перехода в России и Китае / П.М. Мозиас, Э.А. Мазерская // Россия и современный мир. – 2023. – № 3 (120). – С. 7–20.

Москвичев, В.В. Управление техногенной безопасностью на основе риск-ориентированного подхода / В.В. Москвичев, У.С. Постникова, О.В. Тасейко // Проблемы управления. – 2022. – № 3. – С. 16–28.

Минэкономразвития РФ. Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс]. – М., 2013. – URL: https://riskovik.com/riski/stranovye/full/168/ (дата обращения: 21.01.2024).

МР 2.3.1.0253-21 Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: методические рекомендации. – М., 2021. – 72 с.

Зайцева, Н.В. 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.

Насибуллин, Р.Р. Анализ конкурентоспособности продукции, товаров, услуг / Р.Р. Насибуллин, Е.Е. Лялькова // E-Scio. – 2023. – № 5 (80). – С. 96–102.

О стратегических направлениях развития евразийской экономической интеграции до 2025 г.: Решение Высшего Евразийского экономического совета от 11.12.2020 № 12. – Минск, 2020.

Онищенко, Г.Г. О реализации Роспотребнадзором единых принципов и правил технического регулирования в рамках соглашений таможенного союза / Г.Г. Онищенко // Гигиена и санитария. – 2013b. – № 4. – С. 4–8.

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

Онищенко, Г.Г. Химическая безопасность – важнейшая составляющая санитарно-эпидемиологического благополучия населения / Г.Г. Онищенко // Токсикологический вестник. – 2014. – № 1. – С. 2–6.

Онищенко, Г.Г. Концептуальные основы биологической безопасности. Часть I / Г.Г. Онищенко, В.Ю. Смоленский, Е.Б. Ежлова, Ю.В. Демина, В.П. Топорков, А.В. Топорков, М.Н. Ляпин, В.В. Кутырев // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2013. – Т. 68, № 10. – С. 4–13.

Онищенко, Г.Г. Актуальные проблемы биологической безопасности в современных условиях. Часть 2. Понятийная, терминологическая и определительная база биологической безопасности / Г.Г. Онищенко, В.Ю. Смоленский, Е.Б. Ежлова, Ю.В. Демина, В.П. Топорков, А.В. Топорков, М.Н. Ляпин, В.В. Кутырев // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2013. Т. 68, № 11. – С. 4–11.

Орехов, С.Н. Биологические угрозы и биологическая безопасность / С.Н. Орехов, А.Н. Яворский // Вестник Университета имени О.Е. Кутафина. – 2020. – № 5 (69). – С. 60–73.

Попова, А.Ю. Нормативно-правовые и методические аспекты интеграции социально-гигиенического мониторинга и риск-ориентированной модели надзора /

А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 1. – С. 4–12.

Попова, А.Ю. О научно-методическом обеспечении оценки результативности и эффективности контрольно-надзорной деятельности Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека / А.Ю. Попова, И.В. Брагина, Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур, О.В. Митрохин, Д.В. Горяев // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 1. – С. 5–9.

Постановление Правительства РФ от 26.12.2017 г. № 1640 Об утверждении государственной программы «Развитие здравоохранения». – М., 2017.

Просвирякова, И.А. Критерии выбора территорий, нуждающихся в защите от химического загрязнения атмосферного воздуха / И.А. Просвирякова, Е.В. Дроздова, А.Н. Ганькин, А.Е. Пшегрода, Т.Д. Гриценко // Анализ риска здоровью – 2020 совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью Rise-2020 и круглым столом по безопасности питания: материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 т. / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2020. – Т. 1. – С. 58–63.

Распоряжение Правительства РФ от 01.10.2021 № 2765-р (с изм. от 24.12.2021 г.). «Единый план по достижению национальных целей развития Российской Федерации на период до 2024 года и на плановый период до 2030 года». – М., 2021.

Распоряжение Правительства РФ от 13.02.2019 № 207-р «Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года». – М., 2019.

Распоряжение Правительства РФ от 30.06.2012 № 1134-р «Об утверждении плана мероприятий по реализации Основ государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года». – М., 2012.

Резолюция Генеральной Ассамблеи от 25.09.2015 A/RES/70/1 «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года» [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/420355765 (дата обращения: 11.01.2024).

Стратегия развития медицинской науки в Российской Федерации до 2025 г. / утв. Распоряжением Правительства РФ № 2580-р от 28.12.2012 г. – М., 2012.

Тутельян, В.А. Инновации в лечебном питании пациентов. Все за и против / В.А. Тутельян [Электронный ресурс] // Российская газета. – URL: http://www.rg.ru/2014/08/04/dietologiya.html (дата обращения: 11.01.2024).

Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 № 642 «О стратегии научно-технологического развития Российской Федерации». – М., 2016.

Указ Президента РФ от 11.03.2019 № 97 «Об Основах государственной политики Российской Федерации в области обеспечения химической и биологической безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу». – М., 2019.

Уланова, О.И. Понятие качества жизни и его показатели / О.И. Уланова // АПК России: образование, наука, производство: сборник статей II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2021. – С. 170–173.

Федеральный закон № 171-ФЗ от 22.11.1995 «О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции и об ограничении потребления (распития) алкогольной продукции». – М., 1995.

Федеральный закон № 38-ФЗ от 13.03.2006 «О рекламе». – М., 2006.

Федеральный закон № 15-ФЗ от 23.02.2013 «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака». – М., 2013.

Хасанова, А.А. Критерии ранжирования неканцерогенных химических рисков для здоровья населения / А.А. Хасанова // Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2023: материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участи: в 2 т. / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2023. – Т. 1. – С. 395–404.

Четверкина, К.В. Обоснование ключевых показателей для количественного анализа и ранжирования риска для здоровья / К.В. Четверкина, А.А. Хасанова, П.З. Шур // Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения – 2022: 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 Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2022. – С. 38–46.

Чехомов, С.Ю. Гигиеническое ранжирование территорий саратовской области с учетом неканцерогенного риска воздействия химических поллютантов на здоровье населения / С.Ю. Чехомов, Ю.В. Елисеева, Н.Н. Пичугина // Гигиена, экология и риски здоровью в современных условиях: материалы XI Межрегиональной научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием: в 2 т. – Саратов, 2021. – С. 85–88.

Bienassis, D.K. The economics of patient safety Part IV: Safety in the workplace / D.K. Bienassis, L. Slawomirski, N. Klazinga // Occupational safety as the bedrock of resilient health systems: OECD Health Working Papers, No. 130. – Paris: OECD Publishing, 2021.

Ekpanyaskul, C. Home as a new physical workplace: a causal model for understanding the inextricable link between home environment, work productivity, and well-being / C. Ekpanyaskul, C. Padungtod, C. Kleebbua // Industrial health. – 2023. – Vol. 61, № 5. – P. 320–328.

European Agency for Safety and Health. Hybrid work: New opportunities and challenges for occupational safety and health [Электронный ресурс]. – URL: https://osha.europa.eu/sites/default/files/documents/Hybrid_work_OSH_en_0.pdf (дата обращения: 11.01.2024).

Kravchenko, S.A. Sovereign future of russia: a demand for innovative governance of complex objective and subjective determinants / S.A. Kravchenko // RUDN Journal of Sociology. – 2023. – Vol. 23, № 2. – P. 231–243.

Pega, F. Global, regional, and national burdens of ischemic heart disease and stroke attributable to exposure to long working hours for 194 countries, 2000–2016: A systematic analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury / F. Pega, B. Náfrádi, N.C. Momen [et al.] // Environment International. – 2021. – Vol. 154. – P. 106595.

WHO and ILO. Mental health at work: Policy brief [Электронный ресурс]. – URL: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_856976.pdf (дата обращения: 11.01.2024). a

WHO, 2022. Executive summary: Caring for those who care: guide for the development and implementation of occupational health and safety programmes for health workers [Электронный ресурс]. – WHO, 2022. – URL: https://www.who.int/publications/i/item/9789240044548 (дата обращения: 11.01.2024).

WHO, 2023. Occupational hazards in the health sector [Электронный ресурс]. – WHO, 2023. – URL: https://www.who.int/tools/occupational-hazards-in-health-sector (дата обращения: 11.01.2024).

WHO/ILO joint estimates of the work-related burden of disease and injury, 2000–2016: global monitoring report [Электронный ресурс]. – WHO, 2021b. – URL: https://www.who.int/publications/i/item/9789240034945 (дата обращения: 11.01.2024).

Приложение 1

Таблица 1

Распределение тяжестей болезней по отдельным нозологическим формам*

Наименование нозологии	Код по МКБ-10	Итоговая тяжесть
1	2	3
Холера	A00	0,141
Тиф и паратиф	A01	0,033
Другие сальмонеллезные инфекции	A02	0,141
Шигеллез	A03	0,141
Другие бактериальные кишечные инфекции	A04	0,141
Другие бактериальные пищевые отравления	A05	0,141
Амебиаз	A06	0,141
Другие протозойные кишечные болезни	A07	0,141
Вирусные и другие уточненные кишечные инфекции	A08	0,141
Диарея и гастроэнтерит предположительно инфекционного происхождения	A09	0,141
Туберкулез органов дыхания, подтвержденный бактериологически и гистологически	A15	0,333
Туберкулез органов дыхания, не подтвержденный бактериологически или гистологически	A16	0,333
Туберкулез нервной системы	A17	0,333
Туберкулез других органов	A18	0,333
Милиарный туберкулез	A19	0,333
Чума	A20	0,101
Туляремия	A21	0,101
Бруцеллез	A23	0,101
Сап и мелиоидоз	A24	0,101
Лихорадка от укуса крыс	A25	0,101
Эризипелоид	A26	0,101
Лептоспироз	A27	0,101
Другие бактериальные зоонозы, не классифицированные в других рубриках	A28	0,101
Лепра [болезнь Гансена]	A30	0,067
Инфекции, вызванные другими микробактериями	A31	0,101
Листериоз	A32	0,101
Столбняк новорожденного	A33	0,046
Акушерский столбняк	A34	0,133
Другие формы столбняка	A35	0,133
Дифтерия	A36	0,052
Коклюш	A37	0,051
Скарлатина	A38	0,101
Менингококковая инфекция	A39	0,101
Стрептококковая септицемия	A40	0,049
Другая септицемия	A41	0,106
Актиномикоз	A42	0,101
Бартонеллез	A44	0,101
Рожа	A46	0,077
Другие бактериальные болезни, не классифицированные в других рубриках	A48	0,085

Продолжение табл. 1

1	2	3
Бактериальная инфекция неуточненной локализации	A49	0,101
Врожденный сифилис	A50	0,106
Ранний сифилис	A51	0,006
Поздний сифилис	A52	0,334
Другие и неуточненные формы сифилиса	A53	0,077
Гонококковая инфекция	A54	0,058
Хламидийная лимфогранулема (венерическая)	A55	0,077
Другие хламидийные болезни, передающиеся половым путем	A56	0,038
Шанкроид (мягкий шанкр)	A57	0,028
Паховая гранулема	A58	0,028
Трихомоноз	A59	0,006
Аногенитальная герпетическая вирусная инфекция [*Herpes simplex*]	A60	0,031
Другие болезни, передающиеся преимущественно половым путем, не классифицированные в других рубриках	A63	0,047
Болезни, передающиеся половым путем, неуточненные	A64	0,077
Невенерический сифилис	A65	0,101
Фрамбезия	A66	0,077
Пинта [карате]	A67	0,077
Возрастные лихорадки	A68	0,052
Другие инфекции, вызванные спирохетами	A69	0,052
Инфекция, вызываемая *Chlamidia psittaci*	A70	0,050
Трахома	A71	0,031
Другие болезни, вызываемые хламидиями	A74	0,006
Сыпной тиф	A75	0,076
Пятнистая лихорадка [клещевые риккетсиозы]	A77	0,076
Другие риккетсиозы	A79	0,076
Острый полиомиелит	A80	0,106
Медленные вирусные инфекции центральной нервной системы	A81	0,101
Комариный вирусный энцефалит	A83	0,087
Клещевой вирусный энцефалит	A84	0,087
Другие вирусные энцефалиты, не классифицированные в других рубриках	A85	0,087
Вирусный энцефалит неуточненный	A86	0,087
Вирусный менингит	A87	0,099
Другие вирусные инфекции центральной нервной системы, не классифицированные в других рубриках	A88	0,101
Вирусная инфекция центральной нервной системы неуточненная	A89	0,101
Лихорадка денге [классическая лихорадка денге]	A90	0,106
Геморрагическая лихорадка, вызванная вирусом денге	A91	0,106
Другие комариные вирусные лихорадки	A92	0,057
Другие вирусные лихорадки, передаваемые членистоногими, не классифицированные в других рубриках	A93	0,053
Вирусная лихорадка, передаваемая членистоногими, неуточненная	A94	0,053
Ареновирусная геморрагическая лихорадка	A96	0,053
Другие вирусные геморрагические лихорадки, не классифицированные в других рубриках	A98	0,136
Вирусная геморрагическая лихорадка неуточненная	A99	0,053
Инфекции, вызванные вирусом простого герпеса [*Herpes simplex*]	B00	0,018
Ветряная оспа [*Varicella*]	B01	0,006
Опоясывающий лишай [*Herpes zoster*]	B02	0,032

Продолжение табл. 1

1	2	3
Оспа	B03	0,018
Инфекции, вызванные вирусом обезьяньей оспы	B04	0,018
Корь	B05	0,051
Краснуха [немецкая корь]	B06	0,018
Вирусные бородавки	B07	0,006
Другие вирусные инфекции, характеризующиеся поражениями кожи и слизистых оболочек, не классифицированные в других рубриках	B08	0,006
Вирусная инфекция, характеризующаяся поражением кожи и слизистых оболочек, неуточненная	B09	0,028
Острый гепатит А	B15	0,132
Острый гепатит В	B16	0,051
Другие острые вирусные гепатиты	B17	0,051
Хронический вирусный гепатит	B18	0,077
Вирусный гепатит неуточненный	B19	0,051
Болезнь, вызванная вирусом иммунодефицита человека [ВИЧ], появляющаяся в виде инфекционных и паразитарных болезней	B20	0,375
Болезнь, вызванная вирусом иммунодефицита человека [ВИЧ], проявляющаяся в виде злокачественных новообразований	B21	0,274
Болезнь, вызванная вирусом иммунодефицита человека [ВИЧ], проявляющаяся в виде других уточненных болезней	B22	0,274
Болезнь, вызванная вирусом иммунодефицита человека [ВИЧ], проявляющаяся в виде других состояний	B23	0,144
Болезнь, вызванная вирусом иммунодефицита человека [ВИЧ], неуточненная	B24	0,086
Цитомегаловирусная болезнь	B25	0,030
Эпидемический паротит	B26	0,030
Инфекционный мононуклеоз	B27	0,030
Вирусный конъюнктивит	B30	0,023
Другие вирусные болезни, не классифицированные в других рубриках	B33	0,011
Вирусная инфекция неуточненной локализации	B34	0,030
Дерматофития	B35	0,028
Другие поверхностные микозы	B36	0,028
Кандидоз	B37	0,005
Кокцидиоидомикоз	B38	0,005
Гистоплазмоз	B39	0,005
Бластомикоз	B40	0,005
Паракокцидиоидомикоз	B41	0,005
Споротрихоз	B42	0,005
Хромомикоз и феомикотический абсцесс	B43	0,005
Аспергиллез	B44	0,005
Криптококкоз	B45	0,005
Зигомикоз	B46	0,005
Мицетома	B47	0,005
Другие микозы, не классифицированные в других рубриках	B48	0,005
Микоз неуточненный	B49	0,005
Малярия вызванная *Plasmodium falciparum*	B50	0,023
Малярия вызванная *Plasmodium vivax*	B51	0,011
Малярия вызванная *Plasmodium malariae*	B52	0,014
Другие виды паразитологически подтвержденной малярии	B53	0,014

Продолжение табл. 1

1	2	3
Малярия неуточненная	B54	0,014
Лейшманиоз	B55	0,092
Африканский трипаносомоз	B56	0,033
Болезнь Шагаса	B57	0,035
Токсоплазмоз	B58	0,005
Пневмоцистоз	B59	0,005
Другие протозойные болезни, не классифицированные в других рубриках	B60	0,006
Протозойная болезнь неуточненная	B64	0,006
Шистосомоз [бильгарциоз]	B65	0,027
Другие трематодозы	B66	0,105
Эхинококкоз	B67	0,040
Тениоз	B68	0,021
Цистицеркоз	B69	0,077
Дифиллоботриоз и спарганоз	B70	0,021
Другие инвазии, вызванные цестодами	B71	0,021
Онхоцеркоз	B73	0,049
Филяриатоз	B74	0,060
Трихинеллез	B75	0,021
Анкилостомидоз	B76	0,037
Аскаридоз	B77	0,046
Стронгилоидоз	B78	0,021
Трихуроз	B79	0,053
Энтеробиоз	B80	0,021
Другие кишечные гельминтозы, не классифицированные в других рубриках	B81	0,077
Кишечный паразитизм неуточненный	B82	0,021
Другие гельминтозы	B83	0,021
Педикулез и фтириоз	B85	0,028
Чесотка	B86	0,027
Миаз	B87	0,028
Другие инфестации	B88	0,028
Паразитарная болезнь неуточненная	B89	0,004
Последствия туберкулеза	B90	0,077
Последствия полиомиелита	B91	0,077
Последствия лепры	B92	0,077
Последствия других и неуточненных инфекционных и паразитарных болезней	B94	0,101
Стрептококки и стафилококки как причина болезней, классифицированных в других рубриках	B95	0,038
Другие бактериальные агенты как возбудители болезней, классифицированных в других рубриках	B96	0,051
Вирусные агенты как возбудители болезней, классифицированных в других рубриках	B97	0,051
Другие и неуточненные инфекционные болезни	B99	0,077
Злокачественное новообразование губы	C00	0,496
Злокачественное новообразование основания языка	C01	0,496
Злокачественное новообразование других и неуточненных частей языка	C02	0,496
Злокачественное новообразование десны	C03	0,496
Злокачественное новообразование дна полости рта	C04	0,496

Продолжение табл. 1

1	2	3
Злокачественное новообразование нёба	C05	0,496
Злокачественное новообразование других и неуточненных отделов рта	C06	0,496
Злокачественное новообразование околоушной слюнной железы	C07	0,496
Злокачественное новообразование других и неуточненных больших слюнных желез	C08	0,496
Злокачественное новообразование миндалины	C09	0,496
Злокачественное новообразование ротоглотки	C10	0,496
Злокачественное новообразование носоглотки	C11	0,496
Злокачественное новообразование грушевидного синуса	C12	0,496
Злокачественное новообразование нижней части глотки	C13	0,496
Злокачественное новообразование других и неточно обозначенных локализаций губы, полости рта и глотки	C14	0,482
Злокачественное новообразование пищевода	C15	0,496
Злокачественное новообразование желудка	C16	0,496
Злокачественное новообразование тонкого кишечника	C17	0,482
Злокачественное новообразование ободочной кишки	C18	0,496
Злокачественное новообразование ректосигмоидного соединения	C19	0,496
Злокачественное новообразование прямой кишки	C20	0,496
Злокачественное новообразование заднего прохода [ануса] и анального канала	C21	0,496
Злокачественное новообразование печени и внутрипеченочных желчных протоков	C22	0,498
Злокачественное новообразование желчного пузыря	C23	0,496
Злокачественное новообразование других и неуточненных частей желчевыводящих путей	C24	0,496
Злокачественное новообразование поджелудочной железы	C25	0,496
Злокачественное новообразование других и неточно обозначенных органов пищеварения	C26	0,482
Злокачественное новообразование полости носа и среднего уха	C30	0,482
Злокачественное новообразование придаточных пазух	C31	0,482
Злокачественное новообразование гортани	C32	0,496
Злокачественное новообразование трахеи	C33	0,496
Злокачественное новообразование бронхов и легких	C34	0,496
Злокачественное новообразование вилочковой железы	C37	0,482
Злокачественное новообразование сердца, средостения и плевры	C38	0,482
Злокачественное новообразование других и неточно обозначенных локализаций органов дыхания и внутригрудных органов	C39	0,482
Злокачественное новообразование костей и суставных хрящей конечностей	C40	0,496
Злокачественное новообразование костей и суставных хрящей других и неуточненных локализаций	C41	0,496
Злокачественная меланома кожи	C43	0,496
Другие злокачественные новообразования кожи	C44	0,576
Мезотелиома	C45	0,496
Саркома Капоши	C46	0,524
Злокачественное новообразование периферических нервов и вегетативной нервной системы	C47	0,454
Злокачественное новообразование забрюшинного пространства и брюшины	C48	0,496
Злокачественное новообразование других типов соединительной и мягких тканей	C49	0,496

Продолжение табл. 1

1	2	3
Злокачественное новообразование молочной железы	C50	0,496
Злокачественное новообразование вульвы	C51	0,482
Злокачественное новообразование влагалища	C52	0,482
Злокачественное новообразование шейки матки	C53	0,496
Злокачественное новообразование тела матки	C54	0,482
Злокачественное новообразование матки неуточненной локализации	C55	0,496
Злокачественное новообразование яичника	C56	0,496
Злокачественное новообразование других и неуточненных женских половых органов	C57	0,482
Злокачественное новообразование плаценты	C58	0,482
Злокачественное новообразование полового члена	C60	0,482
Злокачественное новообразование предстательной железы	C61	0,328
Злокачественное новообразование яичка	C62	0,496
Злокачественное новообразование других и неуточненных мужских половых органов	C63	0,482
Злокачественное новообразование почки, кроме почечной лоханки	C64	0,496
Злокачественное новообразование почечных лоханок	C65	0,496
Злокачественное новообразование мочеточника	C66	0,482
Злокачественное новообразование мочевого пузыря	C67	0,328
Злокачественное новообразование других и неуточненных мочевых органов	C68	0,482
Злокачественное новообразование глаза и его придаточного аппарата	C69	0,496
Злокачественное новообразование мозговых оболочек	C70	0,332
Злокачественное новообразование головного мозга	C71	0,332
Злокачественное новообразование спинного мозга, черепных нервов и других отделов центральной нервной системы	C72	0,332
Злокачественное новообразование щитовидной железы	C73	0,482
Злокачественное новообразование надпочечника	C74	0,496
Злокачественное новообразование других эндокринных желез и родственных структур	C75	0,496
Злокачественное новообразование других и неточно обозначенных локализаций	C76	0,496
Вторичное и неточное злокачественное новообразование лимфатических узлов	C77	0,496
Вторичное злокачественное новообразование органов дыхания и пищеварения	C78	0,496
Вторичное злокачественное новообразование других локализаций	C79	0,496
Злокачественное новообразование без уточнения локализации	C80	0,496
Болезнь Ходжкина [лимфогранулематоз]	C81	0,426
Фолликулярная [нодулярная] неходжскинская лимфома	C82	0,496
Диффузная неходжкинская лимфома	C83	0,496
Периферические и кожные Т-клеточные лимфомы	C84	0,496
Другие неуточненные типы неходжкинской лимфомы	C85	0,482
Другие уточненные типы T/NK-клеточной лимфомы	C86	0,482
Злокачественные иммунопролиферативные болезни	C88	0,482
Множественная миелома и злокачественные плазмоклеточные новообразования	C90	0,496
Лимфоидный лейкоз [лимфолейкоз]	C91	0,466
Миелоидный лейкоз [миелолейкоз]	C92	0,466

Продолжение табл. 1

1	2	3
Моноцитарный лейкоз	C93	0,496
Другой лейкоз уточненного клеточного типа	C94	0,496
Лейкоз неуточненного клеточного типа	C95	0,496
Другие и неуточненные злокачественные новообразования лимфоидной, кроветворной и родственных им тканей	C96	0,496
Злокачественные новообразования самостоятельных (первичных) множественных локализаций	C97	0,482
Карцинома *in situ* полости рта, пищевода и желудка	D00	0,482
Карцинома *in situ* других и неуточненных органов пищеварения	D01	0,482
Карцинома *in situ* среднего уха и органов дыхания	D02	0,482
Меланома *in situ*	D03	0,482
Карцинома *in situ* кожи	D04	0,482
Карцинома *in situ* молочной железы	D05	0,482
Карцинома *in situ* шейки матки	D06	0,482
Карцинома *in situ* других и неуточненных половых органов	D07	0,482
Карцинома *in situ* других и неуточненных локализаций	D09	0,482
Доброкачественное новообразование рта и глотки	D10	0,104
Доброкачественное новообразование больших слюнных желез	D11	0,104
Доброкачественное новообразование ободочной кишки, прямой кишки, заднего прохода [ануса] и анального канала	D12	0,104
Доброкачественное новообразование других и неточно обозначенных органов пищеварения	D13	0,104
Доброкачественное новообразование среднего уха и органов дыхания	D14	0,104
Доброкачественное новообразование других и неуточненных органов грудной клетки	D15	0,104
Доброкачественное новообразование костей и суставных хрящей	D16	0,104
Доброкачественное новообразование жировой ткани	D17	0,010
Гемангиома и лимфангиома любой локализации	D18	0,050
Доброкачественное новообразование мезотелиальной ткани	D19	0,050
Доброкачественное новообразование мягких тканей забрюшинного пространства и брюшины	D20	0,050
Другие доброкачественные новообразования соединительной и других мягких тканей	D21	0,050
Меланоформный невус	D22	0,050
Другие доброкачественные новообразования кожи	D23	0,010
Доброкачественное новообразование молочной железы	D24	0,050
Лейомиома матки	D25	0,158
Другие доброкачественные новообразования матки	D26	0,158
Доброкачественное новообразование яичника	D27	0,104
Доброкачественное новообразование других и неуточненных женских половых органов	D28	0,104
Доброкачественное новообразование мужских половых органов	D29	0,104
Доброкачественные новообразования мочевых органов	D30	0,104
Доброкачественное новообразование глаза и его придаточного аппарата	D31	0,104
Доброкачественное новообразование мозговых оболочек	D32	0,482
Доброкачественное новообразование головного мозга и других отделов центральной нервной системы	D33	0,482
Доброкачественное новообразование щитовидной железы	D34	0,104
Доброкачественное новообразование других и неуточненных эндокринных желез	D35	0,104

Продолжение табл. 1

1	2	3
Доброкачественное новообразование других и неуточненных локализаций	D36	0,104
Новообразование неопределенного или неизвестного характера полости рта и органов пищеварения	D37	0,104
Новообразование неопределенного или неизвестного характера среднего уха, органов дыхания и грудной клетки	D38	0,104
Новообразование неопределенного или неизвестного характера женских половых органов	D39	0,104
Новообразование неопределенного или неизвестного характера мужских половых органов	D40	0,104
Новообразование неопределенного или неизвестного характера мочевых органов	D41	0,104
Новообразование неопределенного или неизвестного характера мозговых оболочек	D42	0,482
Новообразование неопределенного или неизвестного характера головного мозга и центральной нервной системы	D43	0,482
Новообразование неопределенного или неизвестного характера эндокринных желез	D44	0,104
Полицитемия истинная	D45	0,104
Миелодиспластические синдромы	D46	0,049
Другие новообразования неопределенного или неизвестного характера лимфоидной, кроветворной и родственных им тканей	D47	0,049
Новообразования неопределенного или неизвестного характера других и неуточненных локализаций	D48	0,104
Железодефицитная анемия	D50	0,017
Витамин-B_{12}-дефицитная анемия	D51	0,004
Фолиеводефицитная анемия	D52	0,004
Другие анемии, связанные с питанием	D53	0,004
Анемия вследствие ферментных нарушений	D55	0,060
Талассемия	D56	0,061
Серповидно-клеточные нарушения	D57	0,052
Другие наследственные гемолитические анемии	D58	0,060
Приобретенная гемолитическая анемия	D59	0,142
Приобретенная чистая красноклеточная аплазия (эритробластопения)	D60	0,062
Другие апластические анемии	D61	0,074
Острая постгеморрагическая анемия	D62	0,085
Анемия при хронических болезнях, классифицированных в других рубриках	D63	0,043
Другие анемии	D64	0,014
Диссеминированное внутрисосудистое свертывание [синдром дефибринации]	D65	0,129
Наследственные дефицит фактора VIII	D66	0,090
Наследственный дефицит фактора IX	D67	0,090
Другие нарушения свертываемости	D68	0,090
Пурпура и другие геморрагические состояния	D69	0,090
Агранулоцитоз	D70	0,090
Функциональные нарушения полиморфно-ядерных нейтрофилов	D71	0,090
Другие нарушения белых кровяных клеток	D72	0,090
Болезни селезенки	D73	0,090
Метгемоглобинемия	D74	0,090

Продолжение табл. 1

1	2	3
Другие болезни крови и кроветворных органов	D75	0,090
Отдельные болезни, протекающие с вовлечением лимфоретикулярной ткани и ретикулогистиоцитарной системы	D76	0,090
Другие нарушения крови и кроветворных органов при болезнях, классифицированных в других рубриках	D77	0,085
Иммунодефициты с преимущественной недостаточностью антител	D80	0,099
Комбинированные иммунодефициты	D81	0,099
Иммунодефициты, связанные с другими значительными дефектами	D82	0,099
Обычный вариабельный иммунодефицит	D83	0,099
Другие иммунодефициты	D84	0,099
Саркоидоз	D86	0,188
Другие нарушения с вовлечением иммунного механизма, не классифицированные в других рубриках	D89	0,099
Синдром врожденной йодной недостаточности	E00	0,103
Болезни щитовидной железы, связанные с йодной недостаточностью, и сходные состояния	E01	0,103
Субклинический гипотиреоз вследствие йодной недостаточности	E02	0,103
Другие формы гипотиреоза	E03	0,079
Другие формы нетоксического зоба	E04	0,079
Тиреотоксикоз [гипертиреоз]	E05	0,090
Тиреоидит	E06	0,090
Другие болезни щитовидной железы	E07	0,090
Инсулинозависимый сахарный диабет	E10	0,059
Инсулиннезависимый сахарный диабет	E11	0,074
Сахарный диабет, связанный с недостаточностью питания	E12	0,093
Другие уточненные формы сахарного диабета	E13	0,093
Сахарный диабет неуточненный	E14	0,093
Недиабетическая гипогликемическая кома	E15	0,090
Другие нарушения внутренней секреции поджелудочной железы	E16	0,090
Гипопаратиреоз	E20	0,090
Гиперпаратиреоз и другие нарушения паращитовидной [околощитовидной] железы	E21	0,090
Гиперфункция гипофиза	E22	0,090
Гипофункция и другие нарушения гипофиза	E23	0,090
Синдром Иценко – Кушинга	E24	0,175
Адреногенитальные расстройства	E25	0,090
Гиперальдостеронизм	E26	0,090
Другие нарушения надпочечников	E27	0,090
Дисфункция яичников	E28	0,090
Дисфункция яичек	E29	0,090
Нарушения полового созревания, не классифицированные в других рубриках	E30	0,090
Полигландулярная дисфункция	E31	0,090
Болезни вилочковой железы	E32	0,090
Другие эндокринные нарушения	E34	0,090
Нарушения эндокринных желез при болезнях, классифицированных в других рубриках	E35	0,093
Квашиоркор	E40	0,117
Алиментарный маразм	E41	0,117
Маразматический квашиоркор	E42	0,117

Продолжение табл. 1

1	2	3
Тяжелая белково-энергетическая недостаточность неуточненная	E43	0,117
Белково-энергетическая недостаточность умеренной и слабой степени	E44	0,117
Задержка развития, обусловленная белково-энергетической недостаточностью	E45	0,093
Белково-энергетическая недостаточность неуточненная	E46	0,098
Недостаточность витамина A	E50	0,050
Недостаточность тиамина	E51	0,050
Недостаточность никотиновой кислоты [пеллагра]	E52	0,117
Недостаточность других витаминов группы B	E53	0,117
Недостаточность аскорбиновой кислоты	E54	0,117
Недостаточность витамина D	E55	0,117
Недостаточность других витаминов	E56	0,117
Алиментарная недостаточность кальция	E58	0,117
Алиментарная недостаточность селена	E59	0,117
Алиментарная недостаточность цинка	E60	0,117
Недостаточность других элементов питания	E61	0,117
Другие виды недостаточности питания	E63	0,117
Последствия недостаточности питания и недостатка других питательных веществ	E64	0,050
Локализованное отложение жира	E65	0,090
Ожирение	E66	0,090
Другие виды избыточности питания	E67	0,090
Последствия избыточности питания	E68	0,090
Нарушения обмена ароматических аминокислот	E70	0,090
Нарушения обмена аминокислот с разветвленной цепью и обмена жирных кислот	E71	0,090
Другие нарушения обмена аминокислот	E72	0,090
Непереносимость лактозы	E73	0,090
Другие нарушения обмена углеводов	E74	0,090
Нарушения обмена сфинголипидов и другие болезни накопления липидов	E75	0,090
Нарушения обмена гликозаминогликанов	E76	0,090
Нарушения обмена гликопротеинов	E77	0,090
Нарушения обмена липопротеидов и другие липидемии	E78	0,090
Нарушения обмена пуринов и пиримидинов	E79	0,090
Нарушения обмена порфирина и билирубина	E80	0,090
Нарушения минерального обмена	E83	0,090
Кистозный фиброз	E84	0,090
Амилоидоз	E85	0,090
Уменьшение объема жидкости	E86	0,098
Другие нарушения водно-солевого и кислотно-щелочного равновесия	E87	0,093
Другие нарушения обмена веществ	E88	0,090
Эндокринные метаболические нарушения, возникшие после медицинских процедур, не классифицированные в других рубриках	E89	0,093
Расстройства питания и нарушения обмена веществ при болезнях, классифицированных в других рубриках	E90	0,093
Деменция при болезни Альцгеймера (G30)	F00	0,419
Сосудистая деменция	F01	0,419
Деменция при других болезнях, классифицированных в других рубриках	F02	0,392

Продолжение табл. 1

1	2	3
Деменция неуточненная	F03	0,419
Органический амнестический синдром, не вызванный алкоголем или другими психоактивными веществами	F04	0,361
Делирий, не вызванный алкоголем или другими психоактивными веществами	F05	0,361
Другие психические расстройства, обусловленные повреждением и дисфункцией головного мозга или соматической болезнью	F06	0,421
Расстройства личности и поведения, обусловленные болезнью, повреждением или дисфункцией головного мозга	F07	0,404
Органическое или симптоматическое психическое расстройство неуточненное	F09	0,361
Психические и поведенческие расстройства, вызванные употреблением алкоголя	F10	0,342
Психические и поведенческие расстройства, вызванные употреблением опиоидов	F11	0,426
Психические и поведенческие расстройства, вызванные употреблением каннабиоидов	F12	0,096
Психические и поведенческие расстройства, вызванные употреблением седативных или снотворных средств	F13	0,116
Психические и поведенческие расстройства, вызванные употреблением кокаина	F14	0,207
Психические и поведенческие расстройства, вызванные употреблением других стимуляторов (включая кофеин)	F15	0,182
Психические и поведенческие расстройства, вызванные употреблением галлюциногенов	F16	0,116
Психические и поведенческие расстройства, вызванные употреблением табака	F17	0,116
Психические и поведенческие расстройства, вызванные употреблением летучих растворителей	F18	0,116
Психические и поведенческие расстройства, вызванные одновременным потреблением нескольких наркотических средств и использованием других психоактивных веществ	F19	0,116
Шизофрения	F20	0,761
Шизотипическое расстройство	F21	0,487
Хронические бредовые расстройства	F22	0,487
Острые и преходящие психотические расстройства	F23	0,487
Индуцированное бредовое расстройство	F24	0,487
Шизоаффективные расстройства	F25	0,761
Другие неорганические психотические расстройства	F28	0,487
Неорганический психоз неуточненный	F29	0,487
Маниакальный эпизод	F30	0,361
Биполярное аффективное расстройство	F31	0,361
Депрессивный эпизод	F32	0,265
Рекуррентное депрессивное расстройство	F33	0,271
Устойчивые расстройства настроения [аффективные расстройства]	F34	0,264
Другие расстройства настроения [аффективные]	F38	0,123
Расстройство настроения [аффективное] неуточненное	F39	0,123
Фобические тревожные расстройства	F40	0,328
Паническое расстройство [эпизодическая пароксизмальная тревожность]	F41	0,328

Продолжение табл. 1

1	2	3
Обсессивно-компульсивное расстройство	F42	0,328
Реакция на тяжелый стресс и нарушения адаптации	F43	0,328
Диссоциативные [конверсионные] расстройства	F44	0,328
Соматоформные расстройства	F45	0,133
Другие невротические расстройства	F48	0,133
Расстройства приема пищи	F50	0,224
Расстройства сна неорганической этиологии	F51	0,108
Сексуальная дисфункция, не обусловленная органическими нарушениями или болезнями	F52	0,068
Психические расстройства и расстройства поведения, связанные с послеродовым периодом, не классифицированным в других рубриках	F53	0,290
Психологические и поведенческие факторы, связанные с нарушениями или болезнями, классифицированными в других рубриках	F54	0,092
Злоупотребление веществами, не вызывающими зависимость	F55	0,108
Поведенческие синдромы, связанные с физиологическими нарушениями и физическими факторами, неуточненные	F59	0,108
Специфические расстройства личности	F60	0,133
Смешанные и другие расстройства личности	F61	0,133
Стойкие изменения личности, не связанные с повреждением или болезнью головного мозга	F62	0,133
Расстройства привычек и влечений	F63	0,133
Расстройства половой идентификации	F64	0,133
Расстройства сексуального предпочтения	F65	0,133
Психологические и поведенческие расстройства, связанные с половым развитием и ориентацией	F66	0,133
Другие расстройства личности и поведения в зрелом возрасте	F68	0,133
Расстройство личности и поведения в зрелом возрасте неуточненное	F69	0,133
Умственная отсталость легкой степени	F70	0,099
Умственная отсталость умеренная	F71	0,180
Умственная отсталость тяжелая	F72	0,277
Умственная отсталость глубокая	F73	0,306
Другие формы умственной отсталости	F78	0,290
Умственная отсталость неуточненная	F79	0,060
Специфические расстройства развития речи и языка	F80	0,030
Специфические расстройства развития учебных навыков	F81	0,030
Специфические расстройства развития моторной функции	F82	0,030
Смешанные специфические расстройства психологического развития	F83	0,030
Общие расстройства психологического характера	F84	0,130
Другие расстройства психологического развития	F88	0,030
Расстройство психологического развития неуточненное	F89	0,030
Гиперкинетические расстройства	F90	0,103
Расстройства поведения	F91	0,092
Смешанные расстройства поведения и эмоций	F92	0,092
Эмоциональные расстройства, начало которых специфично для детского возраста	F93	0,061
Расстройства социального функционирования, начало которых характерно для детского и подросткового возрастов	F94	0,061
Тики	F95	0,061
Другие эмоциональные расстройства и расстройства поведения, начинающиеся обычно в детском и подростковом возрасте	F98	0,061

Продолжение табл. 1

1	2	3
Психическое расстройство без дополнительных уточнений	F99	0,030
Бактериальный менингит, не классифицированный в других рубриках	G00	0,133
Менингит при бактериальных болезнях, классифицированных в других рубриках	G01	0,156
Менингит при других инфекционных и паразитарных болезнях, классифицированных в других рубриках	G02	0,156
Менингит, обусловленный другими и неуточненными причинами	G03	0,157
Энцефалит, миелит и энцефаломиелит	G04	0,147
Энцефалит, миелит и энцефаломиелит при болезнях, классифицированных в других рубриках	G05	0,133
Внутричерепной и внутрипозвоночный абсцесс и гранулема	G06	0,236
Внутричерепной и внутрипозвоночный абсцесс при болезнях, классифицированных в других рубриках	G07	0,236
Внутричерепной и внутрипозвоночный флебит и тромбофлебит	G08	0,236
Последствия воспалительных болезней центральной нервной системы	G09	0,031
Болезнь Гентингтона	G10	0,184
Наследственная атаксия	G11	0,187
Спинальная мышечная атрофия и родственные синдромы	G12	0,329
Системные атрофии, поражающие преимущественно центральную нервную систему при болезнях, классифицированных в других рубриках	G13	0,061
Болезнь Паркинсона	G20	0,409
Вторичный паркинсонизм	G21	0,236
Паркинсонизм при болезнях, классифицированных в других рубриках	G22	0,236
Другие дегенеративные болезни базальных ганглиев	G23	0,214
Дистония	G24	0,214
Другие экстрапирамидные и двигательные нарушения	G25	0,214
Экстрапирамидные и двигательные нарушения при болезнях, классифицированных в других рубриках	G26	0,324
Болезнь Альцгеймера	G30	0,389
Другие дегенеративные болезни нервной системы, не классифицированные в других рубриках	G31	0,349
Другие дегенеративные нарушения нервной системы при болезнях, классифицированных в других рубриках	G32	0,389
Рассеянный склероз	G35	0,568
Другая форма острой диссеминированной демиелинизации	G36	0,214
Другие демиелинизирующие болезни центральной нервной системы	G37	0,214
Эпилепсия	G40	0,144
Эпилептический статус	G41	0,190
Мигрень	G43	0,368
Другие синдромы головной боли	G44	0,128
Преходящие транзиторные церебральные ишемические приступы [атаки] и родственные синдромы	G45	0,055
Сосудистые мозговые синдромы при цереброваскулярных болезнях (I60–I67)	G46	0,047
Расстройства сна	G47	0,099
Поражения тройничного нерва	G50	0,214

Продолжение табл. 1

1	2	3
Поражения лицевого нерва	G51	0,214
Поражения других черепных нервов	G52	0,214
Поражения черепных нервов при болезнях, классифицированных в других рубриках	G53	0,214
Поражения нервных корешков и сплетений	G54	0,165
Сдавления нервных корешков и сплетений при болезнях, классифицированных в других рубриках	G55	0,214
Мононевропатия верхней конечности	G56	0,214
Мононевропатия нижней конечности	G57	0,214
Другие мононевропатии	G58	0,214
Мононевропатия при болезнях, классифицированных в других рубриках	G59	0,144
Наследственная и идиопатическая невропатия	G60	0,214
Воспалительная полиневропатия	G61	0,214
Другие полиневропатии	G62	0,304
Полиневропатии при болезнях, классифицированных в других рубриках	G63	0,144
Другие расстройства периферической нервной системы	G64	0,214
Myastenia gravis и другие нарушения нервно-мышечного синапса	G70	0,214
Первичные поражения мышц	G71	0,214
Другие миопатии	G72	0,094
Поражения нервно-мышечного синапса и мышц при болезнях, классифицированных в других рубриках	G73	0,094
Детский церебральный паралич	G80	0,236
Гемиплегия	G81	0,236
Параплегия и тетраплегия	G82	0,236
Другие паралитические синдромы	G83	0,236
Расстройства вегетативной [автономной] нервной системы	G90	0,094
Гидроцефалия	G91	0,214
Токсическая энцефалопатия	G92	0,214
Другие поражения головного мозга	G93	0,219
Другие поражения головного мозга при болезнях, классифицированных в других рубриках	G94	0,214
Другие болезни спинного мозга	G95	0,214
Другие нарушения центральной нервной системы	G96	0,214
Нарушения нервной системы, после медицинских процедур, не классифицированных в других рубриках	G97	0,214
Другие нарушения нервной системы, не классифицированные в других рубриках	G98	0,214
Другие поражения нервной системы при болезнях, классифицированных в других рубриках	G99	0,214
Гардеолум и халазион	H00	0,009
Другие воспаления век	H01	0,009
Другие болезни век	H02	0,009
Поражения века при болезнях, классифицированных в других рубриках	H03	0,009
Болезни слезного аппарата	H04	0,009
Болезни глазницы	H05	0,009
Поражения слезного аппарата и глазницы при болезнях, классифицированных в других рубриках	H06	0,009
Конъюнктивит	H10	0,009
Другие болезни конъюнктивы	H11	0,009

Продолжение табл. 1

1	2	3
Поражения конъюнктивы при болезнях, классифицированных в других рубриках	H13	0,009
Болезни склеры	H15	0,139
Кератит	H16	0,139
Рубцы и помутнение роговицы	H17	0,139
Другие болезни роговицы	H18	0,139
Поражения склеры и роговицы при болезнях, классифицированных в других рубриках	H19	0,139
Иридоциклит	H20	0,139
Другие болезни радужной оболочки и цилиарного тела	H21	0,139
Поражения радужной оболочки и цилиарного тела при болезнях, классифицированных в других рубриках	H22	0,139
Старческая катаракта	H25	0,184
Другие катаракты	H26	0,184
Другие болезни хрусталика	H27	0,184
Катаракта и другие поражения хрусталика при болезнях, классифицированных в других рубриках	H28	0,184
Хориоретинальное воспаление	H30	0,184
Другие болезни сосудистой оболочки глаза	H31	0,184
Хориоретинальные нарушения при болезнях, классифицированных в других рубриках	H32	0,184
Отслойка и разрыв сетчатки	H33	0,184
Окклюзия сосудов сетчатки	H34	0,184
Другие болезни сетчатки	H35	0,150
Поражения сетчатки при болезнях, классифицированных в других рубриках	H36	0,092
Глаукома	H40	0,184
Глаукома при болезнях, классифицированных в других рубриках	H42	0,184
Болезни стекловидного тела	H43	0,184
Болезни глазного яблока	H44	0,184
Поражения стекловидного тела и глазного яблока при болезнях, классифицированных в других рубриках	H45	0,184
Неврит зрительного нерва	H46	0,184
Другие болезни зрительного [2-го] нерва и зрительных путей	H47	0,184
Поражения зрительного [2-го] нерва и зрительных путей при болезнях, классифицированных в других рубриках	H48	0,184
Паралитическое косоглазие	H49	0,012
Другие формы косоглазия	H50	0,012
Другие нарушения содружественного движения глаз	H51	0,012
Нарушения рефракции и аккомодации	H52	0,024
Расстройства зрения	H53	0,036
Слепота и пониженное зрение	H54	0,052
Нистагм и другие непроизвольные движения глаз	H55	0,009
Другие болезни глаза и придаточного аппарата	H57	0,009
Другие поражения глаза и его придаточного аппарата при болезнях, классифицированных в других рубриках	H58	0,009
Поражения глаза и его придаточного аппарата после медицинских процедур	H59	0,028
Наружный отит	H60	0,009
Другие болезни наружного уха	H61	0,009

Продолжение табл. 1

1	2	3
Поражения наружного уха при болезнях, классифицированных в других рубриках	H62	0,009
Негнойный средний отит	H65	0,013
Гнойный и неуточненный средний отит	H66	0,062
Средний отит при болезнях, классифицированных в других рубриках	H67	0,031
Воспаление и закупорка слуховой [евстахиевой] трубы	H68	0,013
Другие болезни слуховой [евстахиевой] трубы	H69	0,013
Мастоидит и родственные состояния	H70	0,013
Холестеатома среднего уха	H71	0,095
Перфорация барабанной перепонки	H72	0,095
Другие болезни барабанной перепонки	H73	0,095
Другие болезни среднего уха и сосцевидного отростка	H74	0,095
Другие поражения среднего уха и сосцевидного отростка при болезнях, классифицированных в других рубриках	H75	0,095
Отосклероз	H80	0,193
Нарушения вестибулярной функции	H81	0,158
Вестибулярные синдромы при болезнях, классифицированных в других рубриках	H82	0,113
Другие болезни внутреннего уха	H83	0,193
Кондуктивная и нейросенсорная потеря слуха	H90	0,045
Другая потеря слуха	H91	0,035
Оталгия и выделения из уха	H92	0,009
Другие болезни уха, не классифицированные в других рубриках	H93	0,027
Другие поражения уха при болезнях, классифицированных в других рубриках	H94	0,035
Поражения уха и сосцевидного отростка после медицинских процедур, не классифицированные в других рубриках	H95	0,031
Ревматическая лихорадка без упоминания о вовлечении сердца	I00	0,072
Ревматическая лихорадка с вовлечением сердца	I01	0,053
Ревматическая хорея	I02	0,053
Ревматические болезни митрального клапана	I05	0,059
Ревматические болезни аортального клапана	I06	0,059
Ревматические болезни трехстворчатого клапана	I07	0,059
Поражения нескольких клапанов	I08	0,059
Другие ревматические болезни сердца	I09	0,059
Эссенциальная [первичная] гипертензия	I10	0,072
Гипертензивная болезнь сердца [гипертоническая болезнь с преимущественным поражением сердца]	I11	0,061
Гипертензивная [гипертоническая] болезнь с преимущественным поражением почек	I12	0,069
Гипертензивная [гипертоническая] болезнь с преимущественным поражением сердца и почек	I13	0,069
Вторичная гипертензия	I15	0,072
Стенокардия [грудная жаба]	I20	0,081
Острый инфаркт миокарда	I21	0,071
Повторный инфаркт миокарда	I22	0,071
Некоторые текущие осложнения острого инфаркта миокарда	I23	0,068
Другие формы острой ишемической болезни сердца	I24	0,068
Хроническая ишемическая болезнь сердца	I25	0,068
Легочная эмболия	I26	0,162
Другие формы легочно-сердечной недостаточности	I27	0,307

Продолжение табл. 1

1	2	3
Другие болезни легочных сосудов	I28	0,162
Острый перикардит	I30	0,103
Другие болезни перикарда	I31	0,103
Перикардит при болезнях, классифицированных в других рубриках	I32	0,078
Острый и подострый эндокардит	I33	0,089
Неревматические поражения митрального клапана	I34	0,075
Неревматические поражения аортального клапана	I35	0,075
Неревматические поражения трехстворчатого клапана	I36	0,081
Поражения клапана легочной артерии	I37	0,081
Эндокардит, клапан не уточнен	I38	0,089
Эндокардит и поражения клапанов сердца при болезнях, классифицированных в других рубриках	I39	0,078
Острый миокардит	I40	0,065
Миокардит при болезнях, классифицированных в других рубриках	I41	0,107
Кардиомиопатия	I42	0,074
Кардиомиопатия при болезнях, классифицированных в других рубриках	I43	0,078
Предсердно-желудочковая [атриовентрикулярная] блокада и блокада левой ножки пучка [Гиса]	I44	0,103
Другие нарушения проводимости	I45	0,078
Остановка сердца	I46	0,103
Пароксизмальная тахикардия	I47	0,103
Фибрилляция и трепетание предсердий	I48	0,224
Другие нарушения сердечного ритма	I49	0,103
Сердечная недостаточность	I50	0,162
Осложнения и неточно обозначенные болезни сердца	I51	0,051
Другие поражения сердца при болезнях, классифицированных в других рубриках	I52	0,078
Субарахноидальное кровоизлияние	I60	0,070
Внутримозговое кровоизлияние	I61	0,070
Другое нетравматическое внутричерепное кровоизлияние	I62	0,070
Инфаркт мозга	I63	0,112
Инсульт, не уточненный как кровоизлияние или инфаркт	I64	0,070
Закупорка и стеноз прецеребральных артерий, не приводящие к инфаркту мозга	I65	0,076
Закупорка и стеноз церебральных артерий, не приводящие к инфаркту мозга	I66	0,078
Другие цереброваскулярные болезни	I67	0,070
Поражения сосудов головного мозга при болезнях, классифицированных в других рубриках	I68	0,078
Последствия цереброваскулярных болезней	I69	0,070
Атеросклероз	I70	0,078
Аневризма и расслоение аорты	I71	0,075
Другие формы аневризмы	I72	0,075
Другие болезни периферических сосудов	I73	0,078
Эмболия и тромбоз артерий	I74	0,131
Другие поражения артерий и артериол	I77	0,075
Болезни капилляров	I78	0,075
Поражения артерий, артериол и капилляров при болезнях, классифицированных в других рубриках	I79	0,078
Флебит и тромбофлебит	I80	0,050

Продолжение табл. 1

1	2	3
Тромбоз портальной вены	I81	0,050
Эмболия и тромбоз других вен	I82	0,050
Варикозное расширение вен нижних конечностей	I83	0,050
Геморрой	I84	0,060
Варикозное расширение вен пищевода	I85	0,057
Варикозное расширение вен других локализаций	I86	0,050
Другие поражения вен	I87	0,050
Неспецифический лимфаденит	I88	0,050
Другие неинфекционные болезни лимфатических сосудов и лимфатических узлов	I89	0,050
Гипотензия	I95	0,070
Нарушения системы кровообращения после медицинских процедур, не классифицированные в других рубриках	I97	0,070
Другие нарушения системы кровообращения при болезнях, классифицированных в других рубриках	I98	0,142
Другие и неуточненные нарушения системы кровообращения	I99	0,070
Острый назофарингит (насморк)	J00	0,006
Острый синусит	J01	0,006
Острый фарингит	J02	0,006
Острый тонзиллит	J03	0,006
Острый ларингит и трахеит	J04	0,006
Острый обструктивный ларингит [круп] и эпиглоттит	J05	0,006
Острая инфекция верхних дыхательных путей множественной и неуточненной локализации	J06	0,006
Грипп, вызванный выявленным вирусом зоонозного или пандемического гриппа	J09	0,051
Грипп, вызванный идентифицированным вирусом гриппа	J10	0,051
Грипп, вирус не идентифицирован	J11	0,051
Вирусная пневмония, не классифицированная в других рубриках	J12	0,051
Пневмония, вызванная Streptococcus pneumoniae	J13	0,051
Пневмония, вызванная *Haemophilus influenzae* [палочкой Афанасьева – Пфеффера]	J14	0,051
Бактериальная пневмония, не классифицированная в других рубриках	J15	0,051
Пневмония, вызванная другими инфекционными агентами, не классифицированными в других рубриках	J16	0,051
Пневмония при болезнях, классифицированных в других рубриках	J17	0,124
Пневмония без уточнения возбудителя	J18	0,051
Острый бронхит	J20	0,051
Острый бронхиолит	J21	0,051
Острая респираторная инфекция нижних дыхательных путей неуточненная	J22	0,051
Вазомоторный и аллергический ринит	J30	0,034
Хронический ринит, назофарингит и фарингит	J31	0,006
Хронический синусит	J32	0,006
Полип носа	J33	0,034
Другие болезни носа и носовых синусов	J34	0,034
Хронические болезни миндалин и аденоидов	J35	0,006
Перитонзиллярный абсцесс	J36	0,006
Хронический ларингит и ларинготрахеит	J37	0,006
Болезни голосовых складок и гортани, не классифицированные в других рубриках	J38	0,006

Продолжение табл. 1

1	2	3
Другие болезни верхних дыхательных путей	J39	0,006
Бронхит, не уточненный как острый или хронический	J40	0,051
Простой и слизисто-гнойный хронический бронхит	J41	0,124
Хронический бронхит неуточненный	J42	0,182
Эмфизема	J43	0,182
Другая хроническая обструктивная легочная болезнь	J44	0,182
Астма	J45	0,076
Астматический статус [*Status asthmaticus*]	J46	0,076
Бронхоэктатическая болезнь	J47	0,124
Пневмокониоз угольщика	J60	0,122
Пневмокониоз, вызванный асбестом и другими минеральными веществами	J61	0,225
Пневмокониоз, вызванный пылью, содержащей кремний	J62	0,225
Пневмокониоз, вызванный другой неорганической пылью	J63	0,225
Пневмокониоз неуточненный	J64	0,225
Пневмокониоз, связанный с туберкулезом	J65	0,225
Болезнь дыхательных путей, вызванная специфической органической пылью	J66	0,124
Гиперсенситивный пневмонит, вызванный органической пылью	J67	0,124
Респираторные состояния, вызванные вдыханием химических веществ, газов, дымов и паров	J68	0,124
Пневмонит, вызванный твердыми веществами и жидкостями	J69	0,124
Респираторные состояния, вызванные другими внешними агентами	J70	0,124
Синдром респираторного расстройства [дистресса] у взрослого	J80	0,034
Легочный отек	J81	0,215
Легочная эозинофилия, не классифицированная в других рубриках	J82	0,124
Другие интерстициальные легочные болезни	J84	0,028
Абсцесс легкого и средостения	J85	0,215
Пиоторакс	J86	0,215
Плевральный выпот, не классифицированный в других рубриках	J90	0,124
Плевральный выпот при состояниях, классифицированных в других рубриках	J91	0,124
Плевральная бляшка	J92	0,352
Пневмоторакс	J93	0,215
Другие поражения плевры	J94	0,124
Респираторные нарушения после медицинских процедур, не классифицированные в других рубриках	J95	0,124
Дыхательная недостаточность, не классифицированная в других рубриках	J96	0,139
Другие респираторные нарушения	J98	0,201
Респираторные нарушения при болезнях, классифицированных в других рубриках	J99	0,124
Нарушения развития и прорезывания зубов	K00	0,006
Ретенированные и импактные зубы	K01	0,006
Кариес зубов	K02	0,010
Другие болезни твердых тканей зубов	K03	0,006
Болезни пульпы и периапикальных тканей	K04	0,006
Гингивит и болезни пародонта	K05	0,023
Другие изменения десны и беззубого альвеолярного края	K06	0,023
Челюстно-лицевые аномалии [включая аномалии прикуса]	K07	0,006

Продолжение табл. 1

1	2	3
Другие изменения зубов и их опорного аппарата	K08	0,010
Кисты области рта, не классифицированные в других рубриках	K09	0,006
Другие болезни челюстей	K10	0,006
Болезнь слюнных желез	K11	0,006
Стоматит и родственные поражения	K12	0,006
Другие болезни губ и слизистой оболочки полости рта	K13	0,006
Болезни языка	K14	0,006
Эзофагит	K20	0,023
Гастроэзофагеальный рефлюкс	K21	0,093
Другие болезни пищевода	K22	0,024
Поражения пищевода при других болезнях, классифицированных в других рубриках	K23	0,023
Язва желудка	K25	0,130
Язва двенадцатиперстной кишки	K26	0,130
Пептическая язва неуточненной локализации	K27	0,130
Гастроэзофагеальный рефлюкс	K28	0,130
Гастрит и дуоденит	K29	0,199
Диспепсия	K30	0,023
Другие болезни желудка и двенадцатиперстной кишки	K31	0,206
Острый аппендицит	K35	0,324
Другие формы аппендицита	K36	0,324
Аппендицит неуточненный	K37	0,324
Другие болезни аппендикса	K38	0,023
Паховая грыжа	K40	0,011
Бедренная грыжа	K41	0,011
Пупочная грыжа	K42	0,011
Грыжа передней брюшной стенки	K43	0,011
Диафрагмальная грыжа	K44	0,011
Другие грыжи брюшной полости	K45	0,011
Грыжа брюшной полости неуточненная	K46	0,011
Болезнь Крона [регионарный энтерит]	K50	0,206
Язвенный колит	K51	0,231
Другие неинфекционные гастроэнтериты и колиты	K52	0,220
Сосудистые болезни кишечника	K55	0,324
Паралитический илеус и непроходимость кишечника без грыжи	K56	0,206
Дивертикулярная болезнь кишечника	K57	0,206
Синдром раздраженного кишечника	K58	0,085
Другие функциональные кишечные нарушения	K59	0,085
Трещина и свищ области заднего прохода и прямой кишки	K60	0,023
Абсцесс области заднего прохода и прямой кишки	K61	0,206
Другие болезни заднего прохода и прямой кишки	K62	0,023
Другие болезни кишечника	K63	0,023
Перитонит	K65	0,220
Другие поражения брюшины	K66	0,206
Поражения брюшины при инфекционных болезнях, классифицированных в других рубриках	K67	0,206
Алкогольная болезнь печени	K70	0,237
Токсическое поражение печени	K71	0,206
Печеночная недостаточность, не классифицированная в других рубриках	K72	0,220
Хронический гепатит, не классифицированный в других рубриках	K73	0,220

Продолжение табл. 1

1	2	3
Фиброз и цирроз печени	K74	0,220
Другие воспалительные болезни печени	K75	0,230
Другие болезни печени	K76	0,220
Поражения печени при болезнях, классифицированных в других рубриках	K77	0,206
Желчнокаменная болезнь [холелитиаз]	K80	0,059
Холецистит	K81	0,059
Другие болезни желчного пузыря	K82	0,059
Другие болезни желчевыводящих путей	K83	0,059
Острый панкреатит	K85	0,206
Другие болезни поджелудочной железы	K86	0,059
Поражения желчного пузыря, желчевыводящих путей и поджелудочной железы при болезнях, классифицированных в других рубриках	K87	0,206
Нарушения всасывания в кишечнике	K90	0,206
Нарушения органов пищеварения после медицинских процедур, не классифицированных в других рубриках	K91	0,206
Другие болезни органов пищеварения	K92	0,206
Поражения других органов пищеварения при болезнях, классифицированных в других рубриках	K93	0,206
Синдром стафилококкового поражения кожи в виде ожогоподобных пузырей	L00	0,076
Импетиго	L01	0,006
Абсцесс кожи, фурункул и карбункул	L02	0,056
Флегмона	L03	0,029
Острый лимфаденит	L04	0,076
Пилонидальная киста	L05	0,056
Другие местные инфекции кожи и подкожной клетчатки	L08	0,056
Пузырчатка [пемфигус]	L10	0,076
Другие акантолические нарушения	L11	0,076
Пемфигоид	L12	0,076
Другие буллезные изменения	L13	0,076
Буллезные нарушения кожи при болезнях, классифицированных в других рубриках	L14	0,076
Атопический дерматит	L20	0,069
Себорейный дерматит	L21	0,027
Пеленочный дерматит	L22	0,069
Аллергический контактный дерматит	L23	0,069
Простой раздражительный [*irritant*] контактный дерматит	L24	0,069
Контактный дерматит неуточненный	L25	0,069
Эксфолиативный дерматит	L26	0,076
Дерматит, вызванный веществами, принятыми внутрь	L27	0,076
Простой хронический лишай и почесуха	L28	0,056
Зуд	L29	0,011
Другие дерматиты	L30	0,056
Псориаз	L40	0,188
Парапсориаз	L41	0,188
Питириаз розовый [Жибера]	L42	0,076
Лишай красный плоский	L43	0,076
Другие папулосквамозные изменения	L44	0,056
Папулосквамозные нарушения при болезнях, классифицированных в других рубриках	L45	0,056

Продолжение табл. 1

1	2	3
Крапивница	L50	0,045
Эритема многоформная	L51	0,076
Эритема узловатая	L52	0,076
Другие эритематозные состояния	L53	0,076
Эритема при болезнях, классифицированных в других рубриках	L54	0,076
Солнечный ожог	L55	0,056
Другие острые изменения кожи, вызванные ультрафиолетовым излучением	L56	0,056
Изменения кожи, вызванные хроническим воздействием неионизирующего излучения	L57	0,056
Радиационный дерматит лучевой	L58	0,076
Другие болезни кожи и подкожной клетчатки, связанные с излучением	L59	0,076
Болезни ногтей	L60	0,056
Изменения ногтей при болезнях, классифицированных в других рубриках	L62	0,056
Гнездная алопеция	L63	0,015
Андрогенная алопеция	L64	0,076
Другая нерубцующаяся потеря волос	L65	0,076
Рубцующаяся алопеция	L66	0,076
Аномалии цвета волос и волосяного стержня	L67	0,056
Гипертрихоз	L68	0,056
Угри	L70	0,039
Розацеа	L71	0,056
Фолликулярные кисты кожи и подкожной клетчатки	L72	0,056
Другие болезни волосяных фолликулов	L73	0,056
Болезни мерокринных [эккринных] потовых желез	L74	0,056
Болезни апокриновых потовых желез	L75	0,056
Витилиго	L80	0,056
Другие нарушения пигментации	L81	0,056
Себорейный кератоз	L82	0,056
Acantohosis nigricans	L83	0,056
Мозоли и омозолелости	L84	0,056
Другие эпидермальные утолщения	L85	0,056
Кератодермии при болезнях, классифицированных в других рубриках	L86	0,056
Трансэпидермальные прободные изменения	L87	0,076
Пиодермия гангренозная	L88	0,076
Декубитальная язва	L89	0,108
Атрофические поражения кожи	L90	0,056
Гипертрофические изменения кожи	L91	0,056
Гранулематозные изменения кожи и подкожной клетчатки	L92	0,056
Красная волчанка	L93	0,047
Другие локализованные изменения соединительной ткани	L94	0,076
Васкулит, ограниченный кожей, не классифицированный в других рубриках	L95	0,056
Язва нижней конечности, не классифицированная в других рубриках	L97	0,076
Другие болезни кожи и подкожной клетчатки, не классифицированные в других рубриках	L98	0,029
Другие поражения кожи и подкожной клетчатки при болезнях, классифицированных в других рубриках	L99	0,056

Продолжение табл. 1

1	2	3
Пиогенный артрит	M00	0,129
Прямое инфицирование сустава при инфекционных и паразитарных болезнях, классифицированных в других рубриках	M01	0,129
Реактивные артропатии	M02	0,129
Постинфекционные и реактивные артропатии при болезнях, классифицированных в других рубриках	M03	0,129
Серопозитивный ревматоидный артрит	M05	0,317
Другие ревматоидные артриты	M06	0,317
Псоаритические и энтеропатические артропатии	M07	0,129
Юношеский [ювенильный] артрит	M08	0,317
Юношеский [ювенильный] артрит при болезнях, классифицированных в других рубриках	M09	0,317
Подагра	M10	0,295
Другие кристаллические артропатии	M11	0,129
Другие специфические артропатии	M12	0,129
Другие артриты	M13	0,129
Артропатии при других болезнях, классифицированных в других рубриках	M14	0,129
Полиартроз	M15	0,129
Коксартроз [артроз тазобедренного сустава]	M16	0,138
Гонартроз [артроз коленного сустава]	M17	0,068
Артроз первого запястно-пястного сустава	M18	0,112
Другие артрозы	M19	0,112
Приобретенные деформации пальцев рук и ног	M20	0,129
Другие приобретенные деформации конечностей	M21	0,129
Поражения надколенника	M22	0,129
Внутрисуставные поражения колена	M23	0,129
Другие специфические поражения суставов	M24	0,163
Другие поражения суставов, не классифицированные в других рубриках	M25	0,129
Узелковый полиартериит и родственные состояния	M30	0,141
Другие некротизирующие васкулопатии	M31	0,141
Системная красная волчанка	M32	0,141
Дерматополимиозит	M33	0,163
Системный склероз	M34	0,141
Другие системные поражения соединительной ткани	M35	0,141
Системные поражения соединительной ткани при болезнях, классифицированных в других рубриках	M36	0,141
Кифоз и лордоз	M40	0,043
Сколиоз	M41	0,043
Остеохондроз позвоночника	M42	0,043
Другие деформирующие дорсопатии	M43	0,043
Анкилозирующий спондилит	M45	0,043
Другие воспалительные спондилопатии	M46	0,043
Спондилез	M47	0,063
Другие спондилопатии	M48	0,063
Спондилопатии при болезнях, классифицированных в других рубриках	M49	0,063
Поражения межпозвоночных дисков	M50	0,084
Поражения межпозвоночных дисков других отделов	M51	0,046
Другие дорсопатии, не классифицированные в других рубриках	M53	0,063

Продолжение табл. 1

1	2	3
Дорсалгия	M54	0,063
Миозит	M60	0,060
Кальцификация и оссификация мышцы	M61	0,023
Другие поражения мышцы	M62	0,023
Поражения мышцы при болезнях, классифицированных в других рубриках	M63	0,023
Синовиты и теносиновиты	M65	0,023
Спонтанный разрыв синовиальной оболочки и сухожилия	M66	0,023
Другие поражения синовиальных оболочек и сухожилий	M67	0,023
Поражения синовиальных оболочек и сухожилий при болезнях, классифицированных в других рубриках	M68	0,023
Болезни мягких тканей, связанные с нагрузкой, перегрузкой и давлением	M70	0,023
Другие бурсопатии	M71	0,023
Фибробластические нарушения	M72	0,037
Поражения мягких тканей при болезнях, классифицированных в других рубриках	M73	0,023
Поражение плеча	M75	0,023
Энтезопатии нижней конечности, исключая стопу	M76	0,023
Другие энтезопатии	M77	0,023
Другие болезни мягких тканей, не классифицированных в других рубриках	M79	0,023
Остеопороз с патологическим переломом	M80	0,230
Остеопороз без патологического перелома	M81	0,230
Остеопороз при болезнях, классифицированных в других рубриках	M82	0,230
Остеомаляция у взрослых	M83	0,230
Нарушения целостности кости	M84	0,230
Другие нарушения плотности и структуры кости	M85	0,230
Остеомиелит	M86	0,230
Остеонекроз	M87	0,230
Болезнь Педжета (костей) [деформирующий остеит]	M88	0,230
Другие болезни костей	M89	0,230
Остеопатии при болезнях, классифицированных в других рубриках	M90	0,230
Юношеский остеохондроз бедра и таза	M91	0,230
Другие юношеские остеохондрозы	M92	0,230
Другие остеоходропатии	M93	0,230
Другие поражения хрящей	M94	0,230
Другие приобретенные деформации костно-мышечной системы и соединительной ткани	M95	0,023
Поражения костно-мышечной системы после медицинских процедур, не классифицированные в других рубриках	M96	0,023
Биомеханические нарушения, не классифицированные в других рубриках	M99	0,052
Острый нефритический синдром	N00	0,051
Быстро прогрессирующий нефритический синдром	N01	0,380
Рецидивирующая и устойчивая гематурия	N02	0,079
Хронический нефритический синдром	N03	0,086
Нефротический синдром	N04	0,079
Нефритический синдром неуточненный	N05	0,079
Изолированная протеинурия с уточненным морфологическим поражением	N06	0,079

Продолжение табл. 1

1	2	3
Наследственная нефропатия, не классифицированная в других рубриках	N07	0,079
Гломерулярные поражения при болезнях, классифицированных в других рубриках	N08	0,058
Острый тубулоинтерстициальный нефрит	N10	0,086
Хронический тубулоинтерстициальный нефрит	N11	0,086
Тубулоинтерстициальный нефрит, не уточненный как острый или хронический	N12	0,086
Обструктивная уропатия и рефлюкс-уропатия	N13	0,086
Тубулоинтерстициальные и тубулярные поражения, вызванные лекарственными средствами и тяжелыми металлами	N14	0,086
Другие тубулоинтерстициальные болезни почек	N15	0,052
Тубулоинтерстициальные поражения почек при болезнях, классифицированных в других рубриках	N16	0,086
Острая почечная недостаточность	N17	0,393
Хроническая почечная недостаточность	N18	0,393
Почечная недостаточность неуточненная	N19	0,393
Камни почки и мочеточника	N20	0,114
Камни нижних отделов мочевых путей	N21	0,114
Камни мочевых путей при болезнях, классифицированных в других рубриках	N22	0,086
Почечная колика неуточненная	N23	0,087
Нарушения, развивающиеся в результате дисфункции почечных канальцев	N25	0,086
Сморщенная почка неуточненная	N26	0,380
Маленькая почка по неизвестной причине	N27	0,087
Другие болезни почки и мочеточника, не классифицированные в других рубриках	N28	0,086
Другие поражения почки и мочеточника при болезнях, классифицированных в других рубриках	N29	0,086
Цистит	N30	0,087
Нервно-мышечная дисфункция мочевого пузыря, не классифицированная в других рубриках	N31	0,087
Другие поражения мочевого пузыря	N32	0,087
Поражения мочевого пузыря при болезнях, классифицированных в других рубриках	N33	0,087
Уретрит и уретральный синдром	N34	0,087
Стриктура уретры	N35	0,086
Другие болезни уретры	N36	0,087
Поражения уретры при болезнях, классифицированных в других рубриках	N37	0,087
Другие болезни мочевыделительной системы	N39	0,051
Гиперплазия предстательной железы	N40	0,086
Воспалительные болезни предстательной железы	N41	0,087
Другие болезни предстательной железы	N42	0,087
Гидроцеле и сперматоцеле	N43	0,128
Перекручивание яичка	N44	0,086
Орхит и эпидидимит	N45	0,087
Мужское бесплодие	N46	0,007
Избыточная крайняя плоть, фимоз и парафимоз	N47	0,087
Другие болезни полового члена	N48	0,041

Продолжение табл. 1

1	2	3
Воспалительные болезни мужских половых органов, не классифицированные в других рубриках	N49	0,087
Другие болезни мужских половых органов	N50	0,087
Поражения мужских половых органов при болезнях, классифицированных в других рубриках	N51	0,074
Доброкачественная дисплазия молочной железы	N60	0,087
Воспалительные болезни молочной железы	N61	0,114
Гипертрофия молочной железы	N62	0,114
Образование в молочной железе неуточненное	N63	0,114
Другие болезни молочной железы	N64	0,114
Сальпингит и оофорит	N70	0,086
Воспалительная болезнь матки, кроме шейки матки	N71	0,086
Воспалительная болезнь шейки матки	N72	0,114
Другие воспалительные болезни женских тазовых органов	N73	0,114
Воспалительные болезни женских тазовых органов при болезнях, классифицированных в других рубриках	N74	0,114
Болезни бартолиновой железы	N75	0,114
Другие воспалительные болезни влагалища и вульвы	N76	0,114
Изъязвление и воспаление вульвы и влагалища при болезнях, классифицированных в других рубриках	N77	0,018
Эндометриоз	N80	0,086
Выпадение женских половых органов	N81	0,086
Свищи с вовлечением женских половых органов	N82	0,342
Невоспалительные болезни яичника, маточной трубы и широкой связки матки	N83	0,114
Полип женских половых органов	N84	0,114
Другие невоспалительные болезни матки, за исключением шейки матки	N85	0,083
Эрозия и эктропион шейки матки	N86	0,114
Дисплазия шейки матки	N87	0,086
Другие невоспалительные болезни шейки матки	N88	0,114
Другие невоспалительные болезни влагалища	N89	0,114
Другие невоспалительные болезни вульвы и промежности	N90	0,052
Отсутствие менструаций, скудные и редкие менструации	N91	0,052
Обильные, частые и нерегулярные менструации	N92	0,083
Другие аномальные кровотечения из матки и влагалища	N93	0,083
Болевые и другие состояния, связанные с женскими половыми органами и менструальным циклом	N94	0,083
Нарушения менопаузы и другие нарушения в околоменопаузном периоде	N95	0,114
Привычный выкидыш	N96	0,114
Женское бесплодие	N97	0,006
Осложнения, связанные с искусственным оплодотворением	N98	0,114
Нарушения мочеполовой системы после медицинских процедур, не классифицированных в других рубриках	N99	0,086
Внематочная [эктопическая] беременность	O00	0,114
Пузырный занос	O01	0,114
Другие анормальные продукты зачатия	O02	0,114
Самопроизвольный аборт	O03	0,114
Медицинский аборт	O04	0,114
Другие виды аборта	O05	0,114
Аборт неуточненный	O06	0,114

Продолжение табл. 1

1	2	3
Неудачная попытка аборта	O07	0,114
Осложнения, вызванные абортом, внематочной и молярной беременностью	O08	0,114
Существовавшая ранее гипертензия, осложняющая беременность, роды и послеродовой период	O10	0,049
Существовавшая ранее гипертензия с присоединившейся протеинурией	O11	0,067
Вызванные беременностью отеки и протеинурия без гипертензии	O12	0,049
Вызванная беременностью гипертензия без значительной протеинурии	O13	0,049
Вызванная беременностью гипертензия со значительной протеинурией	O14	0,067
Эклампсия	O15	0,067
Гипертензия у матери неуточненная	O16	0,049
Кровотечение в ранние сроки беременности	O20	0,052
Чрезмерная рвота беременных	O21	0,089
Венозные осложнения во время беременности	O22	0,062
Инфекции мочеполовых путей при беременности	O23	0,051
Сахарный диабет при беременности	O24	0,062
Недостаточность питания при беременности	O25	0,089
Медицинская помощь матери в связи с другими состояниями, связанными преимущественно с беременностью	O26	0,089
Отклонения от нормы, выявленные при антенатальном обследовании матери	O28	0,089
Осложнения, связанные с проведением анестезии в период беременности	O29	0,062
Многоплодная беременность	O30	0,062
Осложнения, характерные для многоплодной беременности	O31	0,062
Медицинская помощь матери при установленном или предполагаемом неправильном предлежании плода	O32	0,089
Медицинская помощь матери при установленном или предполагаемом несоответствии размеров таза и плода	O33	0,089
Медицинская помощь матери при установленной или предполагаемой аномалии органов таза	O34	0,089
Медицинская помощь матери при установленных или предполагаемых аномалиях и повреждениях плода	O35	0,089
Медицинская помощь матери при других установленных или предполагаемых патологических состояниях плода	O36	0,114
Многоводие	O40	0,089
Другие нарушения со стороны амниотической жидкости и плодных оболочек	O41	0,051
Преждевременный разрыв плодных оболочек	O42	0,062
Плацентарные нарушения	O43	0,029
Предлежание плаценты	O44	0,029
Преждевременная отслойка плаценты [*Abruptio placentae*]	O45	0,029
Дородовое кровотечение, не классифицированное в других рубриках	O46	0,062
Ложные схватки	O47	0,089
Переношенная беременность	O48	0,089
Преждевременные роды	O60	0,089
Нарушения родовой деятельности [родовых сил]	O62	0,089

Продолжение табл. 1

1	2	3
Затяжные роды	O63	0,062
Затрудненные роды вследствие неправильного положения или предлежания плода	O64	0,062
Затрудненные роды вследствие аномалии таза у матери	O65	0,062
Другие виды затрудненных родов	O66	0,062
Роды и родоразрешение, осложнившееся кровотечением во время родов, не классифицированных в других рубриках	O67	0,020
Роды и родоразрешение, осложнившиеся стрессом плода [дистресс]	O68	0,089
Роды и родоразрешение, осложнившееся патологическим состоянием пуповины	O69	0,089
Разрывы промежности при родоразрешении	O70	0,089
Другие акушерские травмы	O71	0,089
Послеродовое кровотечение	O72	0,020
Задержка плаценты и плодных оболочек без кровотечения	O73	0,062
Осложнения, связанные с проведением анестезии во время родов и родоразрешения	O74	0,062
Другие осложнения родов и родоразрешения, не классифицированные в других рубриках	O75	0,005
Роды одноплодные, самопроизвольное родоразрешение	O80	0,089
Роды одноплодные, родоразрешение с наложением щипцов или применением вакуум-экстрактора	O81	0,062
Роды одноплодные, родоразрешение посредством кесарева сечения	O82	0,089
Роды одноплодные, родоразрешение с использованием другого акушерского пособия	O83	0,089
Роды многоплодные	O84	0,062
Послеродовой сепсис	O85	0,051
Другие послеродовые инфекции	O86	0,051
Венозные осложнения во послеродовом периоде	O87	0,062
Акушерская эмболия	O88	0,078
Осложнения, связанные с применением анестезии в послеродовом периоде	O89	0,062
Осложнения в послеродовом периоде, не классифицированные в других рубриках	O90	0,062
Инфекции молочной железы, связанные с деторождением	O91	0,051
Другие изменения молочной железы и нарушения лактации, связанные с деторождением	O92	0,062
Смерть матери от последствий прямых акушерских причин	O97	0,078
Инфекционные и паразитарные болезни матери, классифицированные в других рубриках, но осложняющие беременность, роды и послеродовой период	O98	0,062
Другие болезни матери, классифицированные в других рубриках, но осложняющие беременность, роды и послеродовой период	O99	0,062
Поражения плода и новорожденного, обусловленные состояниями матери, которые могут быть не связаны с настоящей беременностью	P00	0,082
Поражения плода и новорожденного, обусловленные осложнениями беременности у матери	P01	0,082
Поражения плода и новорожденного, обусловленные осложнениями со стороны плаценты, пуповины и плодных оболочек	P02	0,082
Поражения плода и новорожденного, обусловленные другими осложнениями родов и родоразрешения	P03	0,082

Продолжение табл. 1

1	2	3
Поражения плода и новорожденного, обусловленные воздействием вредных веществ, проникающих через плаценту или грудное молоко	P04	0,082
Замедленный рост и недостаточность питания плода	P05	0,082
Расстройства, связанные с укорочением срока беременности и малой массой тела при рождении, не классифицированные в других рубриках	P07	0,034
Расстройства, связанные с удлинением срока беременности и большой массой тела при рождении	P08	0,082
Разрыв внутричерепных тканей и кровоизлияние вследствие родовой травмы	P10	0,068
Другие родовые травмы центральной нервной системы	P11	0,068
Родовая травма волосистой части головы	P12	0,082
Родовая травма скелета	P13	0,082
Родовая травма периферической нервной системы	P14	0,082
Другие родовые травмы	P15	0,082
Внутриутробная гипоксия	P20	0,181
Асфиксия при родах	P21	0,181
Дыхательное расстройство у новорожденного [дистресс]	P22	0,140
Врожденная пневмония	P23	0,104
Неонатальные аспирационные синдромы	P24	0,101
Интерстициальная эмфизема и родственные состояния, возникшие в перинатальном периоде	P25	0,181
Легочное кровотечение, возникшее в перинатальном периоде	P26	0,101
Хронические болезни органов дыхания, развившиеся в перинатальном периоде	P27	0,082
Другие респираторные нарушения, возникшие в перинатальном периоде	P28	0,181
Сердечно-сосудистые нарушения, возникшие в перинатальном периоде	P29	0,082
Врожденные вирусные болезни	P35	0,082
Бактериальный сепсис новорожденного	P36	0,036
Другие врожденные инфекционные и паразитарные болезни	P37	0,072
Омфалит новорожденного с небольшим кровотечением или без него	P38	0,036
Другие инфекционные болезни, специфичные для перинатального периода	P39	0,036
Кровопотеря у плода	P50	0,082
Кровотечение из пуповины у новорожденного	P51	0,082
Внутричерепное нетравматическое кровоизлияние у плода и новорожденного	P52	0,101
Геморрагическая болезнь плода и новорожденного	P53	0,082
Другие неонатальные кровотечения	P54	0,082
Гемолитическая болезнь плода и новорожденного	P55	0,066
Водянка плода, обусловленная гемолитической болезнью	P56	0,066
Ядерная желтуха	P57	0,066
Неонатальная желтуха, обусловленная чрезмерным гемолизом	P58	0,066
Неонатальная желтуха, обусловленная другими и неуточненными причинами	P59	0,066
Другие перинатальные гематологические нарушения	P61	0,036
Преходящие нарушения углеводного обмена, специфичные для плода и новорожденного	P70	0,010

Продолжение табл. 1

1	2	3
Преходящие неонатальные нарушения обмена кальция и магния	P71	0,050
Другие преходящие неонатальные эндокринные нарушения	P72	0,050
Другие преходящие неонатальные нарушения водно-солевого обмена веществ	P74	0,050
Мекониевый илеус (E84)	P75	0,082
Другие виды непроходимости кишечника у новорожденного	P76	0,082
Некротизирующий энтероколит у плода и новорожденного	P77	0,075
Другие расстройства системы пищеварения в перинатальном периоде	P78	0,133
Гипотермия новорожденного	P80	0,082
Другие нарушения терморегуляции у новорожденного	P81	0,082
Другие изменения наружных покровов, специфичные для плода и новорожденного	P83	0,010
Судороги новорожденного	P90	0,082
Другие нарушения церебрального статуса новорожденного	P91	0,034
Проблемы вскармливания новорожденного	P92	0,010
Реакции и интоксикации, вызванные лекарственными средствами, введенными плоду и новорожденному	P93	0,082
Нарушения мышечного тонуса у новорожденного	P94	0,050
Другие нарушения, возникшие в перинатальном периоде	P96	0,079
Анэнцефалия и подобные пороки развития	Q00	0,542
Энцефалоцеле	Q01	0,347
Микроцефалия	Q02	0,252
Врожденная гидроцефалия	Q03	0,252
Другие врожденные аномалии [пороки развития] мозга	Q04	0,252
Spina bifida [неполное закрытие позвоночного канала]	Q05	0,362
Другие врожденные аномалии [пороки развития] спинного мозга	Q06	0,087
Другие врожденные аномалии [пороки развития] нервной системы	Q07	0,087
Врожденные аномалии [пороки развития] века, слезного аппарата и глазницы	Q10	0,087
Анофтальм, микрофтальм и макрофтальм	Q11	0,252
Врожденные аномалии [пороки развития] хрусталика	Q12	0,184
Врожденные аномалии [пороки развития] переднего сегмента глаза	Q13	0,087
Врожденные аномалии [пороки развития] заднего сегмента глаза	Q14	0,087
Другие врожденные аномалии [пороки развития] глаза	Q15	0,087
Врожденные аномалии [пороки развития] уха, вызывающие нарушение слуха	Q16	0,179
Другие врожденные аномалии [пороки развития] уха	Q17	0,087
Другие врожденные аномалии [пороки развития] лица и шеи	Q18	0,087
Врожденные аномалии [пороки развития] сердечных камер и соединений	Q20	0,051
Врожденные аномалии [пороки развития] сердечной перегородки	Q21	0,087
Врожденные аномалии [пороки развития] легочного и трехстворчатого клапанов	Q22	0,079
Врожденные аномалии [пороки развития] аортального и митрального клапанов	Q23	0,079
Другие врожденные аномалии [пороки развития] сердца	Q24	0,079
Врожденные аномалии [пороки развития] крупных артерий	Q25	0,079
Врожденные аномалии [пороки развития] крупных вен	Q26	0,069
Другие врожденные аномалии [пороки развития] системы периферических сосудов	Q27	0,069

Продолжение табл. 1

1	2	3
Другие врожденные аномалии [пороки развития] системы кровообращения	Q28	0,066
Врожденные аномалии [пороки развития] носа	Q30	0,050
Врожденные аномалии [пороки развития] гортани	Q31	0,050
Врожденные аномалии [пороки развития] трахеи и бронхов	Q32	0,050
Врожденные аномалии [пороки развития] легкого	Q33	0,087
Другие врожденные аномалии [пороки развития] органов дыхания	Q34	0,087
Расщелина нёба [волчья пасть]	Q35	0,011
Расщелина губы [заячья губа]	Q36	0,011
Расщелины нёба и губы [волчья пасть с заячьей губой]	Q37	0,011
Другие врожденные аномалии [пороки развития] языка, рта и глотки	Q38	0,087
Врожденные аномалии [пороки развития] пищевода	Q39	0,133
Другие врожденные аномалии [пороки развития] верхней части пищеварительного тракта	Q40	0,050
Врожденные отсутствие, атрезия и стеноз тонкого кишечника	Q41	0,133
Врожденные отсутствие, атрезия и стеноз толстого кишечника	Q42	0,133
Другие врожденные аномалии [пороки развития] кишечника	Q43	0,087
Врожденные аномалии [пороки развития] желчного пузыря, желчных протоков и печени	Q44	0,087
Другие врожденные аномалии [пороки развития] органов пищеварения	Q45	0,087
Врожденные аномалии [пороки развития] яичников, фаллопиевых труб и широких связок	Q50	0,087
Врожденные аномалии [пороки развития] тела и шейки матки	Q51	0,087
Другие врожденные аномалии [пороки развития] женских половых органов	Q52	0,087
Неопущение яичка	Q53	0,087
Гипоспадия	Q54	0,087
Другие врожденные аномалии [пороки развития] мужских половых органов	Q55	0,087
Неопределенность пола и псевдогермафродитизм	Q56	0,087
Агенезия и другие редукционные дефекты почки	Q60	0,052
Кистозная болезнь почек	Q61	0,052
Врожденные нарушения проходимости почечной лоханки и врожденные аномалии мочеточника	Q62	0,052
Другие врожденные аномалии [пороки развития] почки	Q63	0,052
Другие врожденные аномалии [пороки развития] мочевой системы	Q64	0,052
Врожденные деформации бедра	Q65	0,087
Врожденные деформации стопы	Q66	0,087
Врожденные костно-мышечные деформации головы, лица, позвоночника и грудной клетки	Q67	0,087
Другие врожденные костно-мышечные деформации	Q68	0,087
Полидактилия	Q69	0,050
Синдактилия	Q70	0,050
Дефекты, укорачивающие верхнюю конечность	Q71	0,050
Дефекты, укорачивающие нижнюю конечность	Q72	0,050
Дефекты, укорачивающие конечность неуточненную	Q73	0,050
Другие врожденные аномалии [пороки развития] конечности (ей)	Q74	0,079
Другие врожденные аномалии [пороки развития] костей черепа и лица	Q75	0,079
Врожденные аномалии [пороки развития] позвоночника и костей грудной клетки	Q76	0,087

Продолжение табл. 1

1	2	3
Остеохондродисплазия с дефектами роста трубчатых костей и позвоночника	Q77	0,087
Другие остеохондродисплазии	Q78	0,087
Врожденные аномалии [пороки развития] костно-мышечной системы, не классифицированные в других рубриках	Q79	0,059
Врожденный ихтиоз	Q80	0,087
Буллезный эпидермолиз	Q81	0,087
Другие врожденные аномалии [пороки развития] кожи	Q82	0,087
Врожденные аномалии [пороки развития] молочной железы	Q83	0,087
Другие врожденные аномалии [пороки развития] наружных покровов	Q84	0,050
Факоматозы, не классифицированные в других рубриках	Q85	0,050
Синдромы врожденных аномалий [пороков развития], обусловленные известными экзогенными факторами, не классифицированными в других рубриках	Q86	0,029
Другие уточненные синдромы врожденных аномалий [пороков развития], затрагивающих несколько систем	Q87	0,079
Другие врожденные аномалии [пороки развития], не классифицированные в других рубриках	Q89	0,050
Синдром Дауна	Q90	0,104
Синдром Эдвардса и синдром Патау	Q91	0,128
Другие трисомии и частичные трисомии аутосом, не классифицированные в других рубриках	Q92	0,126
Моносомии и утраты части аутосом, не классифицированные в других рубриках	Q93	0,126
Сбалансированные перестройки и структурные маркеры, не классифицированные в других рубриках	Q95	0,126
Синдром Тернера	Q96	0,061
Другие аномалии половых хромосом, женский фенотип, не классифицированные в других рубриках	Q97	0,126
Другие аномалии половых хромосом, мужской фенотип, не классифицированные в других рубриках	Q98	0,087
Другие аномалии хромосом, не классифицированные в других рубриках	Q99	0,126
Отклонения от нормы сердечного ритма	R00	0,079
Сердечные шумы и другие сердечные звуки	R01	0,100
Гангрена, не классифицированная в других рубриках	R02	0,079
Анормальные показатели кровяного давления при отсутствии диагноза	R03	0,079
Кровотечение из дыхательных путей	R04	0,050
Кашель	R05	0,100
Анормальное дыхание	R06	0,079
Боль в горле и груди	R07	0,100
Другие симптомы и признаки, относящиеся к системам кровообращения и дыхания	R09	0,079
Боли в области живота и таза	R10	0,083
Тошнота и рвота	R11	0,100
Изжога	R12	0,100
Дисфагия	R13	0,133
Метеоризм и родственные состояния	R14	0,100
Недержание кала	R15	0,100
Гепатомегалия и спленомегалия, не классифицированные в других рубриках	R16	0,100

Продолжение табл. 1

1	2	3
Неуточненная желтуха	R17	0,100
Асцит	R18	0,114
Другие симптомы и признаки, относящиеся к системе пищеварения и брюшной полости	R19	0,100
Нарушение кожной чувствительности	R20	0,100
Сыпь и другие неспецифические кожные высыпания	R21	0,100
Локализованное выбухание, уплотнение или припухлость кожи и подкожной клетчатки	R22	0,100
Другие кожные изменения	R23	0,100
Анормальные непроизвольные движения	R25	0,100
Нарушения походки и подвижности	R26	0,100
Другое нарушение координации	R27	0,100
Другие симптомы и признаки, относящиеся к нервной и костно-мышечной системам	R29	0,100
Боль, связанная с мочеиспусканием	R30	0,100
Неспецифическая гематурия	R31	0,100
Недержание мочи неуточненное	R32	0,176
Задержка мочи	R33	0,100
Анурия и олигурия	R34	0,079
Полиурия	R35	0,079
Выделение из уретры	R36	0,100
Другие симптомы и признаки, относящиеся к мочевыделительной системе	R39	0,100
Сомнолентность, ступор и кома	R40	0,090
Другие симптомы и признаки, относящиеся к познавательной способности и осознанию	R41	0,100
Головокружение и нарушение устойчивости	R42	0,127
Нарушения обоняния и вкусовой чувствительности	R43	0,009
Другие симптомы и признаки, относящиеся к общим ощущениям и восприятиям	R44	0,009
Симптомы и признаки, относящиеся к эмоциональному состоянию	R45	0,100
Симптомы и признаки, относящиеся к внешнему виду и поведению	R46	0,100
Нарушения речи, не классифицированные в других рубриках	R47	0,060
Дислексия и другие нарушения узнавания и понимания символов и знаков, не классифицированные в других рубриках	R48	0,100
Нарушение голоса	R49	0,100
Лихорадка неясного происхождения	R50	0,100
Головная боль	R51	0,223
Боль, не классифицированная в других рубриках	R52	0,044
Недомогание и утомляемость	R53	0,100
Старость	R54	0,079
Обморок [синкопе] и коллапс	R55	0,064
Судороги, не классифицированные в других рубриках	R56	0,100
Шок, не классифицированный в других рубриках	R57	0,050
Кровотечение, не классифицированное в других рубриках	R58	0,079
Увеличение лимфатических узлов	R59	0,100
Отек, не классифицированный в других рубриках	R60	0,100
Гипергидроз	R61	0,100
Отсутствие ожидаемого нормального физиологического развития	R62	0,060
Симптомы и признаки, связанные с приемом пищи и жидкости	R63	0,100

Окончание табл. 1

1	2	3
Кахексия	R64	0,079
Другие общие симптомы и признаки	R68	0,100
Неизвестные и неуточненные причины заболевания	R69	0,100
Ускоренное оседание эритроцитов и аномалии вязкости плазмы [крови]	R70	0,079
Аномалии эритроцитов	R71	0,079
Аномалия лейкоцитов, не классифицированная в других рубриках	R72	0,079
Повышенное содержание глюкозы в крови	R73	0,100
Отклонения от нормы содержания ферментов в сыворотке	R74	0,100
Лабораторное обнаружение вируса иммунодефицита человека (ВИЧ)	R75	0,079
Другие отклонения от нормы, выявленные при иммунологическом исследовании сыворотки	R76	0,100
Другие отклонения от нормы белков плазмы	R77	0,100
Обнаружение лекарственных средств и других веществ, в норме не присутствующих в крови	R78	0,142
Другие отклонения от нормы химического состава крови	R79	0,100
Изолированная протеинурия	R80	0,100
Гликозурия	R81	0,100
Другие отклонения от нормы, выявленные при исследовании мочи	R82	0,100
Отклонения от нормы, выявленные при исследовании спинномозговой жидкости	R83	0,079
Отклонения от нормы, выявленные при исследовании препаратов из органов дыхания и грудной клетки	R84	0,079
Отклонения от нормы, выявленные при исследовании препаратов из органов пищеварения и брюшной полости	R85	0,079
Отклонения от нормы, выявленные при исследовании препаратов из мужских половых органов	R86	0,079
Отклонения от нормы, выявленные при исследовании препаратов из женских половых органов	R87	0,079
Отклонения от нормы, выявленные при исследовании препаратов из других органов, систем и тканей	R89	0,079
Отклонения от нормы, выявленные при получении диагностических изображений в ходе исследования центральной нервной системы	R90	0,079
Отклонения от нормы, выявленные при получении диагностического изображения в ходе исследования легких	R91	0,079
Отклонения от нормы, выявленные при получении диагностического изображения в ходе исследования молочной железы	R92	0,079
Отклонения от нормы, выявленные при получении диагностического изображения в ходе исследования других органов и областей тела	R93	0,079
Отклонения от нормы, выявленные при проведении функциональных исследований	R94	0,079
Другие виды внезапной смерти по неизвестной причине	R96	1,000
Смерть без свидетелей	R98	1,000
Другие неточно обозначенные и неуточненные причины смерти	R99	1,000
** – результаты оценок базировались на данных исследования GBD 2019* [1]		

[1] Global Burden of Disease Study 2019 (GBD 2019) [Электронный ресурс] – URL: https://ghdx.healthdata.org/gbd-2019

Таблица 2

Распределение средневзвешенной тяжести болезней по нозологическим группам

Наименование нозологической группы	Код МКБ-10	Итоговая тяжесть
1	2	3
Неточно обозначенные и неизвестные причины смерти	R95–R99	1,000
Шизофрения, шизотипические и бредовые расстройства	F20–F29	0,741
Меланома и другие злокачественные новообразования кожи	C43–C44	0,555
Демиелинизирующие болезни центральной нервной системы	G35–G37	0,529
Злокачественное новообразование молочной железы	C50–C50	0,496
Злокачественные новообразования костей и суставных хрящей	C40–C41	0,496
Злокачественные новообразования неточно обозначенных, вторичных и неуточненных локализаций	C76–C80	0,496
Злокачественные новообразования органов пищеварения	C15–C26	0,495
Злокачественные новообразования органов дыхания и грудной клетки	C30–C39	0,495
Злокачественные новообразования мезотелиальных и мягких тканей	C45–C49	0,494
Злокачественные новообразования губы, полости рта и глотки	C00–C14	0,494
Злокачественные новообразования женских половых органов	C51–C58	0,489
Злокачественное новообразование щитовидной железы и других эндокринных желез	C73–C75	0,483
Злокачественные новообразования самостоятельных (первичных) множественных локализаций	C97–C97	0,482
Новообразования *in situ*	D00–D09	0,482
Злокачественные новообразования лимфоидной, кроветворной и родственных им тканей	C81–C96	0,474
Злокачественные новообразования мочевых путей	C64–C68	0,431
Органические, включая симптоматические психические расстройства	F00–F09	0,410
Почечная недостаточность	N17–N19	0,393
Злокачественные новообразования глаза, головного мозга и других отделов ЦНС	C69–C72	0,366
Другие дегенеративные болезни нервной системы	G30–G32	0,357
Злокачественные новообразования мужских половых органов	C60–C63	0,334
Туберкулез	A15–A19	0,333
Психические расстройства и расстройства поведения, связанные с употреблением психоактивных веществ	F10–F19	0,311
Экстрапирамидные и другие двигательные нарушения	G20–G26	0,299
Болезни аппендикса [червеобразного отростка]	K35–K38	0,297
Расстройства настроения [аффективные расстройства]	F30–F39	0,293
Невротические, связанные со стрессом и соматоформные расстройства	F40–F48	0,261
Болезнь, вызванная вирусом иммунодефицита человека [ВИЧ]	B20–B24	0,249
Системные атрофии, поражающие преимущественно центральную нервную систему	G10–G13	0,249
Церебральный паралич и другие паралитические синдромы	G80–G83	0,236
Остеопатии и хондропатии	M80–M94	0,230
Неинфекционный энтерит и колит	K50–K52	0,221
Болезни печени	K70–K77	0,221
Полиневропатии и другие поражения периферической нервной системы	G60–G64	0,220

Продолжение табл. 2

1	2	3
Врожденные аномалии [пороки развития] нервной системы	Q00–Q07	0,218
Гнойные и некротические состояния нижних дыхательных путей	J85–J86	0,215
Легочное сердце и нарушения легочного кровообращения	I26–I28	0,214
Поражения отдельных нервов, нервных корешков и сплетений	G50–G59	0,208
Болезни брюшины	K65–K67	0,207
Другие болезни органов пищеварения	K90–K93	0,206
Болезни нервно-мышечного синапса и мышц	G70–G73	0,200
Другие болезни органов дыхания	J95–J99	0,194
Болезни стекловидного тела и глазного яблока	H43–H45	0,184
Глаукома	H40–H42	0,184
Болезни хрусталика	H25–H28	0,184
Болезни зрительного нерва и зрительных путей	H46–H48	0,184
Болезни внутреннего уха	H80–H83	0,175
Болезни пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки	K20–K31	0,173
Папулосквамозные нарушения	L40–L45	0,162
Другие болезни плевры	J90–J94	0,156
Болезни легкого, вызванные внешними агентами	J60–J70	0,155
Симптомы и признаки, относящиеся к мочевой системе	R30–R39	0,148
Умственная отсталость	F70–F79	0,144
Болезни сосудистой оболочки и сетчатки	H30–H36	0,143
Эпизодические и пароксизмальные расстройства	G40–G47	0,142
Системные поражения соединительной ткани	M30–M36	0,142
Другие нарушения нервной системы	G90–G99	0,142
Кишечные инфекции	A00–A09	0,141
Болезни склеры, роговицы, радужной оболочки и цилиарного тела	H15–H22	0,139
Поведенческие синдромы, связанные с физиологическими нарушениями и физическими факторами	F50–F59	0,138
Расстройства личности и поведения в зрелом возрасте	F60–F69	0,133
Вирусные лихорадки, передаваемые членистоногими, и вирусные геморрагические лихорадки	A90–A99	0,132
Другие болезни сердца	I30–I52	0,131
Артропатии	M00–M25	0,130
Отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	D80–D89	0,116
Расстройства системы пищеварения у плода и новорожденного	P75–P78	0,115
Беременность с абортивным исходом	O00–O08	0,114
Новообразования неопределенного или неизвестного характера	D37–D48	0,113
Мочекаменная болезнь	N20–N23	0,111
Общие симптомы и признаки	R50–R69	0,109
Недостаточность питания	E40–E46	0,109
Воспалительные болезни женских тазовых органов	N70–N77	0,106
Врожденные аномалии [пороки развития] глаза, уха, лица и шеи	Q10–Q18	0,105
Хронические болезни нижних дыхательных путей	J40–J47	0,105
Хромосомные аномалии, не классифицированные в других рубриках	Q90–Q99	0,104
Другие виды недостаточности питания	E50–E64	0,103
Отклонения от нормы, выявленные при исследовании крови, при отсутствии установленного диагноза	R70–R79	0,103
Некоторые бактериальные зоонозы	A20–A28	0,101
Симптомы и признаки, относящиеся к коже и подкожной клетчатке	R20–R23	0,100
Отклонения от нормы, выявленные при исследовании мочи, при отсутствии установленного диагноза	R80–R82	0,100

Продолжение табл. 2

1	2	3
Симптомы и признаки, относящиеся к нервной и костно-мышечной системам	R25–R29	0,100
Анемии вследствие ферментных нарушений	D55–D59	0,100
Симптомы и признаки, относящиеся к познавательной способности, восприятию, эмоциональному состоянию и поведению	R40–R46	0,099
Болезни молочной железы	N60–N64	0,095
Доброкачественные новообразования	D10–D36	0,094
Невоспалительные болезни женских половых органов	N80–N98	0,094
Дыхательные и сердечно-сосудистые нарушения, характерные для перинатального периода	P20–P29	0,093
Нарушения обмена веществ	E70–E90	0,091
Другие нарушения регуляции глюкозы и внутренней секреции поджелудочной железы	E15–E16	0,090
Нарушения других эндокринных желез	E20–E35	0,090
Нарушения свертываемости крови, пурпура и другие геморрагические состояния	D65–D69	0,090
Ожирение и другие виды избыточности питания	E65–E68	0,090
Другие болезни крови и кроветворных органов	D70–D77	0,090
Другие бактериальные болезни	A30–A49	0,089
Симптомы и признаки, относящиеся к системе пищеварения и брюшной полости	R10–R19	0,089
Другие врожденные аномалии [пороки развития] органов пищеварения	Q38–Q45	0,089
Вирусные инфекции центральной нервной системы	A80–A89	0,089
Роды одноплодные, самопроизвольное родоразрешение	O80–O84	0,088
Другие болезни почки и мочеточника	N25–N29	0,088
Врожденные аномалии [пороки] половых органов	Q50–Q56	0,087
Другие нарушения мочеполовой системы	N99–N99	0,086
Болезни щитовидной железы	E00–E07	0,086
Тубулоинтерстициальные болезни почек	N10–N16	0,086
Врожденные аномалии [пороки развития] и деформации костно-мышечной системы	Q65–Q79	0,084
Эмоциональные расстройства и расстройства поведения, начинающиеся обычно в детском и подростковом возрасте	F90–F98	0,084
Другие болезни кишечника	K55–K63	0,084
Осложнения родов и родоразрешения	O60–O75	0,083
Медицинская помощь матери в связи с состоянием плода, амниотической полости и возможными трудностями родоразрешения	O30–O48	0,083
Болезни мужских половых органов	N40–N51	0,083
Поражения плода и новорожденного, обусловленные состояниями матери, осложнениями беременности, родов и родоразрешения	P00–P04	0,082
Отклонения от нормы, выявленные при исследовании других жидкостей, субстанций и тканей организма, при отсутствии установленного диагноза	R83–R89	0,079
Отклонения от нормы, выявленные при получении диагностических изображений и проведении исследований, при отсутствии установленного диагноза	R90–R94	0,079
Гломерулярные болезни	N00–N08	0,078

Продолжение табл. 2

1	2	3
Болезни артерий, артериол и капилляров	I70–I79	0,078
Вирусный гепатит	B15–B19	0,078
Последствия инфекционных и паразитарных болезней	B90–B94	0,078
Другие инфекционные болезни	B99–B99	0,077
Риккетсиозы	A75–A79	0,076
Буллезные нарушения	L10–L14	0,076
Симптомы и признаки, относящиеся к системам кровообращения и дыхания	R00–R09	0,075
Другие и неуточненные болезни системы кровообращения	I95–I99	0,075
Врожденные аномалии [пороки развития] системы кровообращения	Q20–Q28	0,075
Ишемическая болезнь сердца	I20–I25	0,075
Воспалительные болезни центральной нервной системы	G00–G09	0,074
Другие болезни мочевыделительной системы	N30–N39	0,074
Сахарный диабет	E10–E14	0,073
Цереброваскулярные болезни	I60–I69	0,071
Родовая травма	P10–P15	0,068
Геморрагические и гематологические нарушения у плода и новорожденного	P50–P61	0,065
Врожденные аномалии [пороки развития] органов дыхания	Q30–Q34	0,065
Другие болезни матери, связанные преимущественно с беременностью	O20–O29	0,065
Расстройства, связанные с продолжительностью беременности и ростом плода	P05–P08	0,065
Симптомы и признаки, относящиеся к речи и голосу	R47–R49	0,065
Другие врожденные аномалии [пороки развития]	Q80–Q89	0,065
Дерматит и экзема	L20–L30	0,062
Другие акушерские состояния, не классифицированные в других рубриках	O95–O99	0,062
Болезни желчного пузыря, желчевыводящих путей и поджелудочной железы	K80–K87	0,062
Болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением	I10–I15	0,062
Осложнения, связанные преимущественно с послеродовым периодом	O85–O92	0,059
Хронические ревматические болезни сердца	I05–I09	0,059
Острая ревматическая лихорадка	I00–I02	0,058
Болезни кожи и подкожной клетчатки, связанные с воздействием излучения	L55–L59	0,057
Инфекционные болезни, специфичные для перинатального периода	P35–P39	0,054
Другие болезни кожи и подкожной клетчатки	L80–L99	0,053
Расстройства психологического развития	F80–F89	0,053
Дорсопатии	M40–M54	0,053
Другие болезни, вызываемые спирохетами	A65–A69	0,053
Врожденные аномалии [пороки развития] мочевой системы	Q60–Q64	0,052
Инфекции кожи и подкожной клетчатки	L00–L08	0,052
Болезни придатков кожи	L60–L75	0,051
Болезни вен, лимфатических сосудов и лимфатических узлов, не классифицированные в других рубриках	I80–I89	0,051
Грипп и пневмония	J10–J18	0,051

Окончание табл. 2

1	2	3
Другие острые респираторные инфекции нижних дыхательных путей	J20–J22	0,051
Отеки, протеинурия и гипертензивные расстройства во время беременности, родов и послеродовом периоде	O10–O16	0,050
Бактериальные, вирусные и другие инфекционные агенты	B95–B97	0,048
Крапивница и эритема	L50–L54	0,048
Другие болезни уха	H90–H95	0,041
Зрительные расстройства и слепота	H53–H54	0,040
Другие нарушения, возникающие в перинатальном периоде	P90–P96	0,039
Преходящие эндокринные нарушения и нарушения обмена веществ, специфичные для плода и новорожденного	P70–P74	0,037
Инфекции, передающиеся преимущественно половым путем	A50–A64	0,031
Психическое расстройство без дополнительных уточнений	F99–F99	0,030
Другие респираторные болезни, поражающие главным образом интерстициальную ткань	J80–J84	0,029
Болезни мягких тканей	M60–M79	0,028
Гельминтозы	B65–B83	0,027
Педикулез, акариаз и другие инфестации	B85–B89	0,027
Другие вирусные болезни	B25–B34	0,026
Болезни среднего уха и сосцевидного отростка	H65–H75	0,026
Другие нарушения костно-мышечной системы и соединительной ткани	M95–M99	0,025
Болезни мышц глаза, нарушения содружественного движения глаз, аккомодации и рефракции	H49–H52	0,024
Микозы	B35–B49	0,022
Апластические и другие анемии	D60–D64	0,022
Анемии, связанные с питанием	D50–D53	0,017
Другие болезни верхних дыхательных путей	J30–J39	0,016
Состояния, вовлекающие наружные покровы и терморегуляцию плода и новорожденного	P80–P83	0,012
Грыжи	K40–K46	0,011
Расщелина губы и нёба [заячья губа и волчья пасть]	Q35–Q37	0,011
Другие болезни, вызываемые хламидиями	A70–A74	0,011
Вирусные инфекции, характеризующиеся поражениями кожи и слизистых оболочек	B00–B09	0,011
Другие болезни глаза и его придаточного аппарата	H55–H59	0,010
Болезни век, слезных путей и глазницы	H00–H06	0,009
Болезни наружного уха	H60–H62	0,009
Болезни конъюнктивы	H10–H13	0,009
Болезни полости рта, слюнных желез и челюстей	K00–K14	0,008
Протозойные болезни	B50–B64	0,006
Острые респираторные инфекции верхних дыхательных путей	J00–J06	0,006

Таблица 3

Распределение средневзвешенной тяжести по классам болезней

Наименование классов болезней	Код по МКБ-10	Итоговая тяжесть
Психические расстройства и расстройства поведения	F00–F99	0,337
Новообразования	C00–D48	0,274
Болезни нервной системы	G00–G99	0,166
Симптомы, признаки и отклонения от нормы, выявленные при клинических и лабораторных исследованиях, не классифицированные в других рубриках	R00–R99	0,101
Болезни мочеполовой системы	N00–N99	0,097
Болезни глаза и его придаточного аппарата	H00–H59	0,096
Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	A00–B99	0,090
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	E00–E90	0,079
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	M00–M99	0,079
Врожденные аномалии [пороки развития], деформации и хромосомные нарушения	Q00–Q99	0,078
Беременность, роды и послеродовой период	O00–O99	0,071
Болезни системы кровообращения	I00–I99	0,070
Болезни кожи и подкожной клетчатки	L00–L99	0,064
Отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде	P00–P96	0,058
Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	D50–D89	0,042
Болезни органов пищеварения	K00–K93	0,042
Болезни уха и сосцевидного отростка	H60–H95	0,025
Болезни органов дыхания	J00–J99	0,018

Приложение 2

Параметры моделей связи «среда (концентрация химического вещества в атмосферном воздухе) – здоровье (заболеваемость)», сл. на 100 тыс. населения на единицу референтной концентрации (*RFC*) для хронического ингаляционного воздействия (пример)

Группа нозологических форм (коды МКБ-10)	Вещество	Дети	Взрослые старше трудосп.	Взрослые трудосп.
1	2	3	4	5
Болезни конъюнктивы (H10, H11)	Трихлорэтилен	0,46	1,14	
	Формальдегид	159,79	73,93	37,70
Отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм (D80, D81, D82, D83, D84, D86, D89)	Цинк	2,87	0,44	0,47
Артрозы (M15–M19)	Фториды*		2978,39	1288,28
Деформирующие дорсопатии (M40–M43)	Фториды*		6242,21	4679,50
Другие дорсопатии (M50–M54)	Фториды*		2589,20	4162,21
	Фтористые газообразные*			1376,33
Болезни нервно-мышечного синапса и мышц (G70–G73)	Марганец и его соединения*		0,06	
Демиелинизирующие болезни центральной нервной системы (G35–G37)	Гидроксибензол (Фенол)		51,83	
	Марганец и его соединения*		0,04	0,12
	Метилбензол (Толуол)		117,33	1235,86
	Свинец и его соединения*		2,13	1,31
	Тетрахлорэтилен		71,97	
Другие дегенеративные болезни нервной системы (G30–G32)	Бензол			2,70
	Гидроксибензол (Фенол)			2,29
	Диметибензол (Ксилол)			13,12
	Тетрахлорэтилен			4,96
	Трихлорэтилен			0,07
Другие нарушения нервной системы (G90–G99)	Марганец и его соединения*	2,46		1,49
	Тетрахлорэтилен	885,92		
Полиневропатии и другие поражения периферической нервной системы (G60–G64)	Марганец и его соединения*	0,06		
Церебральный паралич и другие паралитические синдромы (G80–G83)	Тетрахлорэтилен	527,71		
Эпизодические и пароксизмальные расстройства (G40–G47)	Тетрахлорэтилен	648,11	372,81	
Другие болезни верхних дыхательных путей (J30, J31, J32, J34, J35, J37)	Азот (II) оксид		793,42	709,29
	Азота диоксид	1667,65	692,41	281,97
	Взвешенные вещества	25,09	7,29	
	Взвешенные частицы $PM_{2.5}$			2,10
	Гидроксибензол (Фенол)	1514,42	404,60	
	Дигидросульфид	13,97		
	Диметибензол (Ксилол)	457,03		
	Марганец и его соединения*		0,55	
	Метилмеркаптан	6809,72		
	Никель оксид *		0,14	
	Озон	6363,46	1295,37	406,06
	Углерод (Сажа)	1,83	4,52	7,82
	Фториды*	462,31	809,60	964,30

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5
Острые респираторные инфекции верхних дыхательных путей (J00, J01, J02, J03, J04, J05)	Азот (II) оксид		1015,42	1426,06
	Азота диоксид	4446,44	110,04	
	Взвешенные вещества	5036,79	307,21	329,62
	Взвешенные частицы $PM_{2.5}$	1511,14		
	Гидроксибензол (Фенол)	9252,80	1083,52	47,07
	Гидрохлорид		142,53	722,86
	Кадмий оксид*		2,65	
	Кобальт оксид *		781,06	936,20
	Метилбензол (Толуол)		3320,82	
	Озон			1957,86
	Проп-2-еннитрил	2355,55		
	Сера диоксид	17510,12		72,92
	Углерод (Сажа)	296,52	9,23	5,82
	Формальдегид	1770,93		
	Фториды*			305,56
	Цинк		1,99	
Пневмония без уточнения возбудителя (J18)	Азот (II) оксид	1260,76		
	Взвешенные вещества		3,86	3,87
	Взвешенные частицы PM_{10}		93,85	120,92
	Взвешенные частицы $PM_{2.5}$		110,87	71,41
	Гидроксибензол (Фенол)	240,28		
	Гидрохлорид	22,73		27,20
	Кобальт оксид *		812,75	612,30
	Медь (II) оксид *		0,02	0,01
	Никель оксид *	0,40		0,14
	Проп-2-еннитрил	98,62	30,82	38,74
	Сера диоксид			29,44
	Формальдегид			13,37
	Фтористые газообразные*		344,32	384,01
	Цинк	1,25		
Хронические болезни нижних дыхательных путей (J40, J41, J42, J44.1, J44.8, J44.9, J45, J46)	Азот (II) оксид	703,75		
	Азота диоксид	12,93		
	Аммиак	127,48		
	Взвешенные вещества	128,09		
	Гидроксибензол (Фенол)	188,99	2248,89	
	Гидрохлорид	51,03		
	диАлюминий триоксид *	73,34		
	Диметибензол (Ксилол)	201,68		
	Метилбензол (Толуол)	991,40		
	Никель оксид*		0,21	
	Серная кислота	16,86		
	Формальдегид	87,20		
	Фториды*	168,23		
	Хром *		1,05	
	Цинк		12,41	
Гломерулярные болезни (N00–N08)	Гидроксибензол (Фенол)		155,81	
	Кадмий оксид *	0,30	0,21	
	Трихлорэтилен		0,25	
	Этилбензол		45,90	
Другие болезни почки и мочеточника (N25, N28)	Диметибензол (Ксилол)			2,17
	Кадмий оксид *	0,01		
	Хлорбензол	339,13		234,45
	Этилбензол	7,72		

Окончание таблицы

1	2	3	4	5
Почечная недостаточность (N17, N18, N19)	Гидроксибензол (Фенол)	0,50	10,17	
	Диметибензол (Ксилол)		8,68	
	Трихлорэтилен	0,00		
Тубулоинтерстициальные болезни почек (N10, N11, N12, N13, N14, N15)	Гидроксибензол (Фенол)	143,68		
	Диметибензол (Ксилол)	158,03		
	Кадмий оксид *	0,47		
	Свинец и его соединения*	1,37		
	Хлорбензол		9043,25	
	Этилбензол		8,10	
Врожденные аномалии [пороки развития], деформации и хромосомные нарушения	Бенз(а)пирен	0,004		
	Свинец и его соединения*	69,38		
	Трихлорэтилен	9,52		
Болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением (I10, I11, I12, I13)	Взвешенные частицы PM_{10}		5150,12	60,71
	Взвешенные частицы $PM_{2.5}$		868,02	88,42
	Гидроксибензол (Фенол)		5437,70	104,95
	Углерода оксид		4531,99	863,09
Другие болезни сердца (I30.0, I30.8, I30.9,I31, I33, I34, I35, I36, I37, I38, I40.1, I40.8, I40.9, I42, I45, I49, I50)	Гидроксибензол (Фенол)			0,02
	Углерода оксид			2,07
Другие и неуточненные болезни системы кровообращения (I95.0, I95.8, I95.9, I99)	Бензол			0,18
	Взвешенные частицы PM_{10}	14,41		0,21
	Взвешенные частицы $PM_{2.5}$	5,08		0,04
	Углерода оксид	1,97		
Ишемическая болезнь сердца (I20, I21, I22, I24.0, I24.8, I24.9, I25)	Бензол			43,61
	Взвешенные частицы $PM_{2.5}$			40,24
	Гидроксибензол (Фенол)			30,00
	Углерода оксид			443,08
Апластические и другие анемии (D60–D64)	Азота диоксид	37,97		
	Никель оксид *		0,05	
	Свинец и его соединения*	0,07	0,46	
	Цинк	0,75		
Другие болезни крови и кроветворных органов (D70, D71, D72.1, D72.8, D72.9, D74.8, D74.9, D75.8, D75.9)	Азот (II) оксид		45,78	0,26
	Азота диоксид			43,39
	Бензол		0,22	
	Никель оксид *	0,02		
	Свинец и его соединения*	0,70		
	Углерода оксид		73,25	60,61
	Хлорбензол	7486,82	3279,83	
Нарушения свертываемости крови, пурпура и другие геморрагические состояния (D69.0; D69.1, D69.2, D69.4, D69.6, D69.8, D69.9)	Свинец и его соединения*	1,33		
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	Кадмий оксид *		9,36	
	Свинец и его соединения*	11.45	20,63	
	Трихлорэтилен	6,46		

Приложение: *– в таблице использованы сокращения для некоторых наименований химических веществ, полные наименования: фториды неорганические плохо растворимые, фтористые газообразные соединения (в пересчете на фтор), марганец и его соединения (в пересчет на марганец (IV) оксид), свинец и его неорганические соединения (в пересчете на свинец), кадмий оксид (в пересчете на кадмий), кобальт оксид (в пересчете на кобальт), медь (II) оксид (в пересчете на медь), никель оксид (в пересчете на никель), диАлюминий триоксид (в пересчете на алюминий), хром (хром шестивалентный) (в пересчете на хрома (VI) оксид).

Приложение 3

Параметры логистических моделей зависимости вероятности формирования заболеваний, связанных с воздействием факторов среды обитания для ингаляционного пути поступления

Возраст-ная группа	Вещество (*i*), единицы измерения	Нозологическая форма	a_{ij}	b_{ij}	F	p	R^2
Все	Формальдегид, мг/м^3	Астма с преобладанием аллергического компонента	-6,73	92,75	420,466	0	0,622
Все	Медь оксид (Меди оксид) (в пересчете на медь), мг/м^3	Болезни щитовидной железы, связанные с йодной недостаточностью, и сходные состояния	-13,48	4 489,24	2487,499	0	0,885
Все	Медь оксид (Меди оксид) (в пересчете на медь), мг/м^3	Гипертрофия аденоидов	-7,38	1 177,68	68,719	0	0,148
Дети	Бенз(а)пирен, мкг/м^3	Другие врожденные аномалии [пороки развития] почки	-2,76	15 970,16	467,702	0	0,682
Дети	Бензол, мг/м^3	Другие врожденные аномалии [пороки развития] почки	-2,88	1,07	1294,334	0	0,845
Все	Медь оксид (Меди оксид) (в пересчете на медь), мг/м^3	Другие уточненные болезни верхних дыхательных путей	-4,89	2 774,21	38,986	0	0,097
Все	Формальдегид, мг/м^3	Другие уточненные болезни верхних дыхательных путей	-4,61	5,92	15,074	0,00013	0,040
Дети	Никель оксид (в пересчете на никель), мг/м^3	Железодефицитная анемия неуточненная	-14,40	72 658,51	65,883	0,00006	0,891
Все	Бенз(а)пирен, мкг/м^3	Избирательный дефицит иммуноглобулина А [IgA]	-5,33	221 220,57	30,134	0	0,301
Все	Бензол, мг/м^3	Иммунодефициты с преимущественной недостаточностью антител	-10,69	78,14	436,360	0	0,554
Все	Медь оксид (Меди оксид) (в пересчете на медь), мг/м^3	Хронический бронхит неуточненный	-4,75	122,23	59,987	0	0,081
Все	Формальдегид, мг/м^3	Хронический бронхит неуточненный	-7,61	153,29	202,938	0	0,489
Все	Медь оксид (Меди оксид) (в пересчете на медь), мг/м^3	Хронический ларинготрахеит	-8,62	2 267,96	261,669	0	0,348
Все	Медь оксид (Меди оксид) (в пересчете на медь), мг/м^3	Хронический синусит	-4,33	378,96	233,857	0	0,239
Все	Медь оксид (Меди оксид) (в пересчете на медь), мг/м^3	Хронический фарингит	-4,16	2 408,10	139,037	0	0,160
Все	Формальдегид, мг/м^3	Хронический фарингит	-4,63	15,62	22,440	0,00001	0,084

Приложение 4

Пример заполнения «Библиотеки моделей»

Название модели	Исходные модели	Источник	Модель зависимости для рекуррентных соотношений
1	2	3	4
Неканцерогенный риск нарушений сердечно-сосудистой системы – шум	Развитие неспецифических эффектов: $R = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_{-\infty}^{P} e^{\frac{y}{2}} dy$, где $P = -4{,}551 + 0{,}0853x$	[Инструкция 2.1.8.10-12-3-2005]	$\Delta R = 0{,}015 \cdot \left\langle \frac{F}{58{,}5} - 1 \right\rangle$
Неканцерогенный риск нарушений сердечно-сосудистой системы – концентрация оксида углерода в воздухе	$\Delta случаев = -\left[9{,}33\text{E-}6 \cdot \left(e^{-0{,}0340 \cdot \Delta CO} - 1\right)\right]$	[Burnett R.T. et al., 1999]	$\Delta R = 0{,}00065 \cdot \left\langle e^{-0{,}102} - e^{-0{,}034 \cdot F} \right\rangle$
Неканцерогенный риск нарушений сердечно-сосудистой системы – концентрация диоксида азота в воздухе	Среднее содержание азота диоксида в атмосферном воздухе 0,0735 мг/м^3 группа исследования: все население $\Delta случаев = -\left[2{,}58\text{E-}5 \cdot \left(e^{-0{,}0378 \cdot \Delta NO_2} - 1\right)\right]$	[Burnett R.T. et al., 1999]	$\Delta R = 0{,}44 \cdot \left\langle e^{-0{,}000106} - e^{-0{,}00264 \cdot F} \right\rangle$
Неканцерогенный риск нарушений сердечно-сосудистой системы – концентрация озона в воздухе	Среднее содержание озона в атмосферном воздухе 0,0824 мг/м^3 группа исследования: все население $\Delta случаев = -\left[3{,}81\text{E-}5 \cdot \left(e^{-0{,}00531 \cdot \Delta O_3} - 1\right)\right]$	[Burnett R.T. et al., 1997]	$\Delta R = 0{,}32 \cdot \left\langle e^{-0{,}000159} - e^{-0{,}00531 \cdot F} \right\rangle$
Неканцерогенный риск нарушений сердечно-сосудистой системы – концентрация взвешенных веществ в воздухе	Среднее содержание взвешенных веществ в атмосферном воздухе 0,0168 мг/м^3 группа исследования: все население $\Delta случаев = -\left[3{,}81\text{E-}5 \cdot \left(e^{-0{,}00704 \cdot \Delta PM_{2,5\text{-}10}} - 1\right)\right]$	[Burnett R.T. et al., 1997]	$\Delta R = 0{,}105 \cdot \left\langle e^{-0{,}000528} - e^{-0{,}00704 \cdot F} \right\rangle$

Продолжение таблицы

1	2	3	4
Неканцерогенный риск нарушений сердечно-сосудистой системы – концентрация свинца в продуктах питания	$\left[1/\left(1-e^{2,744-0,793\cdot\ln(Pb)}\right)-1/\left(1-e^{2,744-0,793\cdot\ln(0,03)}\right)\right]$	[CalEPA, 2003; Sherlock J.C. et al., 1982]	$\Delta R=0,004367\cdot\left(\frac{1}{1+\exp^{2,744-0,793\cdot\ln\left(5,6+2,62\cdot\sqrt[3]{F}\right)}}-\frac{1}{1+\exp^{2,744-0,793\cdot\ln\left(5,6+2,62\cdot\sqrt[3]{0,03}\right)}}\right)$
Неканцерогенный риск нарушений сердечно-сосудистой системы – доза мышьяка, поступающего через пероральный путь	Риск заболевания увеличивается в 2,51 раз при концентрации мышьяка в воде 0,025 мг/л	[Hung-Yi Chiou et al., 1997]	$\Delta R=0,00037334\cdot\left\langle\frac{F}{0,0003}-1\right\rangle$
Неканцерогенный риск нарушений сердечно-сосудистой системы – доза рактопамина, поступающего через пероральный путь	Применение эволюционных моделей для оценки риска здоровью при поступлении рактопамина с продуктами питания	[Онищенко Г.Г. и др., 2013]	$\Delta R=0,3352\cdot F$
Неканцерогенный риск нарушений центральной нервной системы – шум	Жалобы населения на шум: $R=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\cdot\int_{-\infty}^{P}e^{\frac{y}{2}}dy$, где $P=-6,5027+0,0889x$	[Инструкция 2.1.8.10-12-3-2005]	$\Delta R=0,0016\cdot\left\langle\frac{F}{43}-1\right\rangle$
Неканцерогенный риск нарушений центральной нервной системы – концентрация алюминия в продуктах питания	Региональные исследования	[Отчет о НИР, 2009]	$\Delta R=0,0018\cdot\left\langle\frac{1}{1+e^{-(-5,18+1,72\cdot F)}}-\frac{1}{1+e^{-(-5,18+1,72\cdot 36,5)}}\right\rangle$
Неканцерогенный риск нарушений органов слуха – шум	Развитие специфических эффектов: $R=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\cdot\int_{-\infty}^{P}e^{\frac{y}{2}}dy$, где $P=-6,6771+0,07041x$	[Инструкция 2.1.8.10-12-3-2005]	$\Delta R=0,001\cdot\left\langle\frac{F}{50}-1\right\rangle$

Продолжение таблицы

1	2	3	4
Неканцерогенный риск нарушений дыхательной системы – концентрация оксида углерода в воздухе	$\Delta случаев = -\left[4{,}75E\text{-}6 \cdot \left(e^{-0{,}0332 \cdot \Delta CO} - 1\right)\right]$	[Burnett R.T. et al., 1999]	$\Delta R = 0{,}00065 \cdot \left\langle e^{-0{,}0996} - e^{-0{,}0332 \cdot F} \right\rangle$
Неканцерогенный риск нарушений дыхательной системы – концентрация диоксида азота в воздухе	Среднее содержание азота диоксида в атмосферном воздухе 0,0735 мг/м^3 группа исследования: все население $\Delta случаев = -\left[9{,}33E\text{-}6 \cdot \left(e^{-0{,}00318 \cdot \Delta NO_2} - 1\right)\right]$	[Burnett R.T. et al., 1997]	$\Delta R = 0{,}36 \cdot \left\langle e^{-0{,}000151} - e^{-0{,}00378 \cdot F} \right\rangle$
Неканцерогенный риск нарушений дыхательной системы – концентрация озона в воздухе	Среднее содержание озона в атмосферном воздухе 0,0824 мг/м^3 группа исследования: все население $\Delta случаев = -\left[2{,}58E-5 \cdot \left(e^{-0{,}00498 \cdot \Delta O_3} - 1\right)\right]$	[Burnett R.T. et al., 1997]	$\Delta R = 0{,}36 \cdot \left\langle e^{-0{,}000149} - e^{-0{,}00498 \cdot F} \right\rangle$
Неканцерогенный риск нарушений дыхательной системы – концентрация диоксида серы в воздухе	Среднее содержание сера диоксида в атмосферном воздухе 0,0210 мг/м^3 группа исследования: все население $\Delta случаев = -\left[2{,}58E-5 \cdot \left(e^{-0{,}00446 \cdot \Delta SO_2} - 1\right)\right]$	[Burnett R.T. et al., 1997]	$\Delta R = 0{,}26 \cdot \left\langle e^{-0{,}000233} - e^{-0{,}00466 \cdot F} \right\rangle$
Неканцерогенный риск нарушений дыхательной системы – концентрация взвешенных веществ в воздухе	Среднее содержание взвешенных веществ в атмосферном воздухе 0,0168 мг/м^3 группа исследования: все население $\Delta случаев = -\left[2{,}58E-5 \cdot \left(e^{-0{,}00147 \cdot \Delta PM_{2,5-10}} - 1\right)\right]$	[Burnett R.T. et al., 1997]	$\Delta R = 0{,}33 \cdot \left\langle e^{-0{,}00011} - e^{-0{,}00147 \cdot F} \right\rangle$
Неканцерогенный риск нарушений центральной нервной системы – концентрация фенола в воздухе	Региональные исследования Расчетные концентрации – от 0,0000081 до 0,0027 до 0,00369 мг/м^3 Результаты аппроксимации – от 0,00042 до 0,2304 мг/м^3 Группа исследования: детское население в возрасте от 4 до 7 лет, 249 человек	[Отчет о НИР, 2011]	$\Delta R = 0{,}0014 \cdot \left\langle \frac{1}{1+e^{-(-0{,}406+360{,}5 \cdot F)}} - \frac{1}{1+e^{-(-0{,}406+360{,}5 \cdot 0{,}0033)}} \right\rangle$

Продолжение таблицы

1	2	3	4
Неканцерогенный риск нарушений центральной нервной системы – концентрация формальдегида в воздухе	Региональные исследования Расчетные концентрации – от 0,0003 до 0,002 мг/м^3 Результаты аппроксимации – от 0,0011 до 0,0618 мг/м^3 Группа исследования: детское население в возрасте от 4 до 7 лет, 249 человек	[Отчет о НИР, 2011]	$\Delta R = 0{,}0043 \cdot \left\langle \frac{1}{1+e^{-(-0{,}072+150{,}6 \cdot F)}} - \frac{1}{1+e^{-(-0{,}072+150{,}6 \cdot 0{,}013)}} \right\rangle$
Неканцерогенный риск нарушений мочевыделительной системы – доза хлороформа, поступающего пероральным путем	Региональные исследования	[Отчет о НИР, 2009]	$\Delta R = 0{,}00057 \cdot \left\langle \frac{1}{1+e^{-(-5{,}88+1{,}68 \cdot F)}} - \frac{1}{1+e^{-(-5{,}88+1{,}68 \cdot 0{,}01)}} \right\rangle$
Неканцерогенный риск нарушений мочевыделительной системы – концентрация свинца в продуктах питания	Риск заболевания увеличивается в 1,08 раз при концентрации свинца в крови 0,013 мг/л	[CalEPA, 2003; Sherlock J.C. et al., 1982]	$\Delta R = 8{,}83 \cdot 10^{-5} \cdot \left\langle \frac{\left(5{,}6 + 2{,}62 \cdot \sqrt[3]{F}\right)}{\left(5{,}6 + 2{,}62 \cdot \sqrt[3]{0{,}03}\right)} - 1 \right\rangle$
Неканцерогенный риск нарушений мочевыделительной системы – доза кадмия, поступающего пероральным путем	Изменение уровня заболеваемости почек на 1 % вызывает доза кадмия 0,018 мкг/кг-день	[Nogawa, K. an T. Kido, 1993]	$\Delta R = 9{,}8 \cdot 10^{-5} \cdot \left\langle \frac{F}{0{,}0005} - 1 \right\rangle$
Неканцерогенный риск нарушений органов зрения – концентрация общего железа в продуктах питания	Региональные исследования Среднее содержание железа – 0,035 мг/л Группа исследования: детское население, 198 человек	[Отчет о НИР, 2009]	$\Delta R = 0{,}00035 \cdot \left\langle \frac{1}{1+e^{-(-4{,}12+0{,}31 \cdot F)}} - \frac{1}{1+e^{-(-4{,}12+0{,}31 \cdot 0{,}3)}} \right\rangle$

Продолжение таблицы

1	2	3	4
Неканцерогенный риск нарушений крови и кроветворных органов – концентрация общего железа в продуктах питания	Региональные исследования Среднее содержание железа – 0,035 мг/л Группа исследования: детское население, 198 человек	[Отчет о НИР, 2009]	$\Delta R = 0{,}00052 \cdot \left\langle \frac{1}{1+e^{-(-5{,}64+1{,}22 \cdot x)}} - \frac{1}{1+e^{-(-5{,}64+1{,}22 \cdot 0{,}3)}} \right\rangle$
Неканцерогенный риск нарушений крови и кроветворных органов – концентрация нитратов в продуктах питания	Региональные исследования	[Отчет о НИР, 2009]	$\Delta R = 0{,}00052 \cdot \left\langle \frac{1}{1+e^{-(-6{,}89+0{,}04 \cdot F)}} - \frac{1}{1+e^{-(-6{,}89+0{,}04 \cdot 1{,}6)}} \right\rangle$
Неканцерогенный риск нарушений кожи – концентрация общего железа в продуктах питания	Региональные исследования Среднее содержание железа – 0,035 мг/л Группа исследования: детское население, 198 человек	[Отчет о НИР, 2009]	$\Delta R = 0{,}00035 \cdot \left\langle \frac{1}{1+e^{-(-4{,}93+1{,}03 \cdot F)}} - \frac{1}{1+e^{-(-4{,}93+1{,}03 \cdot 10{,}95)}} \right\rangle$
Неканцерогенный риск нарушений пищеварительной системы – концентрация хлороформа в продуктах питания	Региональные исследования	[Отчет о НИР, 2009]	$\Delta R = 0{,}0048 \cdot \left\langle \frac{1}{1+e^{-(-9{,}01+8{,}82 \cdot F)}} - \frac{1}{1+e^{-(-9{,}01+8{,}82 \cdot 0{,}01)}} \right\rangle$
Риск рака желудка – удельная активность стронция-90 (пероральный путь поступления)	При разовом воздействии дозы 0,1 Зв – пожизненный риск составляет 81 доп. случай рака желудка (на 100 тыс.)	[UNSCEAR, 2008]	$\Delta R = 2{,}8 \cdot 10^{-8} \cdot 0{,}71 \cdot 10^{-4} \cdot F$
Риск рака желудка – удельная активность цезия-137 (пероральный путь поступления)	При разовом воздействии дозы 0,1 Зв – пожизненный риск составляет 81 доп. случай рака желудка (на 100 тыс.)	[UNSCEAR, 2008]	$\Delta R = 1{,}3 \cdot 10^{-8} \cdot 0{,}71 \cdot 10^{-4} \cdot F$
Риск рака пищевода – удельная активность стронция-90 (пероральный путь поступления)	При разовом воздействии дозы 0,1 Зв – пожизненный риск составляет 23 доп. случай рака желудка (на 100 тыс.)	[UNSCEAR, 2008]	$\Delta R = 2{,}8 \cdot 10^{-8} \cdot 2{,}32 \cdot 10^{-4} \cdot F$

Продолжение таблицы

1	2	3	4
Риск рака пищевода – удельная активность цезия-137 (пероральный путь поступления)	При разовом воздействии дозы 0,1 Зв – пожизненный риск составляет 23 доп. случай рака желудка (на 100 тыс.)	[UNSCEAR, 2008]	$\Delta R = 1{,}3 \cdot 10^{-8} \cdot 2{,}32 \cdot 10^{-4} \cdot F$
Риск рака легкого – удельная активность стронция-90 (пероральный путь поступления)	При разовом воздействии дозы 0,1 Зв – пожизненный риск составляет 198 доп. случай рака желудка (на 100 тыс.)	[UNSCEAR, 2008]	$\Delta R = 2{,}8 \cdot 10^{-8} \cdot 4{,}12 \cdot 10^{-4} \cdot F$
Риск рака легкого – удельная активность цезия-137 (пероральный путь поступления)	При разовом воздействии дозы 0,1 Зв – пожизненный риск составляет 198 доп. случай рака желудка (на 100 тыс.)	[UNSCEAR, 2008]	$\Delta R = 1{,}3 \cdot 10^{-8} \cdot 4{,}12 \cdot 10^{-4} \cdot F$
Риск рака мочевого пузыря – удельная активность стронция-90 (пероральный путь поступления)	При разовом воздействии дозы 0,1 Зв – пожизненный риск составляет 48 доп. случай рака желудка (на 100 тыс.)	[UNSCEAR, 2008]	$\Delta R = 2{,}8 \cdot 10^{-8} \cdot 0{,}55 \cdot 10^{-4} \cdot F$
Риск рака мочевого пузыря – удельная активность цезия-137 (пероральный путь поступления)	При разовом воздействии дозы 0,1 Зв – пожизненный риск составляет 48 доп. случай рака желудка (на 100 тыс.)	[UNSCEAR, 2008]	$\Delta R = 1{,}3 \cdot 10^{-8} \cdot 0{,}55 \cdot 10^{-4} \cdot F$
Риск шигеллеза – доза *Shigella spp*, поступающих с продуктами питания	Уравнение – модель бета-распределение Пуассона $P = 1 - \left(1 + \frac{x \cdot \left(2^{\frac{1}{b_1}} - 1\right)}{b_2}\right)^{-b_1}$, где P – вероятность заболевания; x – полученная доза бактерий; Параметры уравнения: $\log_{10} b_2 = 3{,}17$; $b_1 = 0{,}266$.	[Strachan N.J. et al., 2005]	Нет накопления риска, риск при ежедневном потреблении: $R = 1 - \left(1 + \frac{F \cdot \left(2^{\frac{1}{0{,}266}} - 1\right)}{1479{,}1}\right)^{-0{,}266}$

Окончание таблицы

1	2	3	4
Риск сальмонеллеза – доза *Salmonella Typhi*, поступающих с продуктами питания	Уравнение – модель бета-распределение Пуассона $P = 1 - \left(1 + \frac{x \cdot \left(2^{\frac{1}{b_1}} - 1\right)}{b_2}\right)^{-b_1}$, где P – вероятность заболевания; x – полученная доза бактерий; Параметры уравнения: $b_2 = 1110000$; $b_1 = 0{,}175$	[Hornick R.B. et al., 1966; Hornick R.B. et al., 1970]	Нет накопления риска, риск при ежедневном потреблении: $R = 1 - \left(1 + \frac{F \cdot \left(2^{\frac{1}{0{,}175}} - 1\right)}{1110000}\right)^{-0{,}175}$
Риск листериоза – доза *Listeria monocytogenes*, поступающих с продуктами питания	Уравнение – экспоненциальная модель $P = 1 - e^{-b_1 \cdot x}$, где P – вероятность заболевания; x – полученная доза бактерий. Параметры уравнения: $b_1 = 5{,}6 \cdot 10^{-10}$	[FDA/FSIS, 2003]	Нет накопления риска, риск при ежедневном потреблении: $R = 1 - e^{-5{,}6 \cdot 10^{-10} F}$
Риск почечнокаменной болезни – доза меламина, поступающего пероральным путь	Риск заболевания увеличивается на 10 % при дозе меламина 0,74 мг/кг на единицу массы	[Scientific Opinion on Melamine in Food and Feed, 2010]	$\Delta R = 6{,}19 \cdot 10^{-8} \cdot \left\langle \frac{F}{0{,}2} - 1 \right\rangle$

Список литературы к приложению 4

Анализ причинно-следственных связей показателей здоровья населения хозяйственно-питьевого водоснабжения с использованием результатов эпидемиологических исследований и оценки риска: отчет о НИР / ФГУН «ФНЦ МПТ УРЗН» Роспотребнадзора. – М.: ВНТИЦ, 2009. – 77 с. № ГР 01201053418, инв. № 02201053084.

Инструкция 2.1.8.10-12-3-2005. Оценка риска здоровью населения от воздействия шума в условиях населенных мест / Утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь 22.02.2005 № 20. – Минск, 2005.

Онищенко Г.Г., Попова А.Ю., Тутельян В.А., Зайцева Н.В., Хотимченко С.А., Гмошинский И.В., Шевелева С.А., Ракитский В.Н., Шур П.З., Лисицын А.Б., Кирьянов Д.А. К оценке безопасности для здоровья населения ractопамина при его поступлении с пищевыми продуктами // Вестник РАМН. – 2013. – № 6. – С. 4–8.

Разработка критериев гигиенической безопасности для задач развития человеческого потенциала в программах социально-экономического развития на региональном уровне: отчет о НИР / ФГУН «ФНЦ МПТ УРЗН» Роспотребнадзора. – М.: ВНТИЦ, 2011. – 37 с. № ГР.01201154036, инв. №02201251063

Burnett R.T., Cakmak S., Brook J.R. and Krewski D. The role of particulate size and chemistry in the association between summertime ambient air pollution and hospitalization for cardiorespiratory disease // Environ. Health Perspect. – 1997. – Vol. 105, № 6. – P. 614–620.

Burnett R.T., Smith-Doiron M., Stieb D., Cakmak S. and Brook J.R. Effects of particular and gaseous air pollution on cardiorespiratory hospitalizations // Environmental Health. 1999. Vol. 54. № 2. P. 130–139.

CalEPA, 2003. Supplemental Guidance for Human Health Multimedia Risk Assessments of Hazardous Waste Sites and Permitted Facilities. – Chapter 7. Assessment of Health Risks from Inorganic Lead in Soil, 1996.

FDA/FSIS, 2003. Quantitative assessment of the relative risk to public health from foodborne Listeria monocytogenes among selected categories of ready-to-eat foods, 2003 [Электронный ресурс]. – URL: www.foodsafety.gov/~dms/lmr2-toc.html (дата обращения: 18.08.2014).

Hornick R.B. et al. Study of induced typhoid fever in man. I. Evaluation of vaccine effectiveness // Transactions of the Association of American Physicians. – 1966. – Vol. 79. – P. 361–367.

Hornick R.B. et al. Typhoid fever: pathogenesis and immunologic control // The New England Journal of Medicine. – 1970. – Vol. 283, № 13. – P. 686–691.

Hung-Yi Chiou, Wei-I Huang, Che-Long Su, Shu-Feng Chang, Yi-Hsiang Hsu, Chien-Jen Chen Dose-response relationship between prevalence of cerebrovascular disease and ingested inorganic Arsenic // Stroke. – 1997. – Vol. 28. – P. 1717–1723.

Nogawa K., Kido T. Biological monitoring of cadmium exposure in itai-itai disease epidemiology // Occup. Environ. Health. – 1993. – Vol. 65 (1 Suppl). – P. 43–46.

Scientific Opinion on Melamine in Food and Feed // EFSA Journal. – 2010. – Vol. 8, № 4. – P. 1573.

Sherlock J.C., Smart G., Forbes G.I., Moore M.R., Patterson W.J., Richards W.N., Wilson T.S. Assessment of lead intakes and dose-response for a population in Air exposed to a plumbosolvent water supply // Hum. Toxicol. – 1982. – № 1. – P. 115–122.

Strachan, N.J., Doyle, M.P., Kasuaga, E., Rotariu, O. and Ogden, I.D. Dose response modelling of Escherichia coli O157 incorporating data from foodborne and environmental outbreaks // International Journal of Food Microbiology. – 2005. – Vol. 108. – P. 35–47.

UNSCEAR, 2008. Effects of ionizing radiation. Volume I: Report to the General Assembly, Scientific Annexes A and B. – New York, 2008.

Приложение 5

Таблица 1

Коэффициенты регрессии зависимости заболеваемости населения от изменения уровня показателей нарушения качества объектов среды обитания (сл./1000 тыс. населения на единицу изменения процента проб с нарушениями гигиенических нормативов)

Возрастная группа	
Класс болезней, нозологическая форма	
Наименование фактора среды обитания	**Коэффициенты регрессии, a_i**
Все население	
Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	10,66
% исследованных проб почв в селитебной (жилой) зоне, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	32,52
Новообразования	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	3,14
Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию углерода оксида	53,95
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по нитритам (по NO_2)	102,53
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по хлору	7,07
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	1,29
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по мышьяку	29,12
Болезни нервной системы	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию углерода оксида	33,71
Болезни глаза и его придаточного аппарата	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию гидроксибензола и его производных	13,04
Болезни системы кровообращения	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию углерода оксида	19,70
Болезни органов дыхания	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию азота оксида	229,59
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию гидроксибензола и его производных	614,13
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию марганца	466,93
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию хлора и его соединений	220,05

Продолжение табл. 1

1	2
Астма, астматический статус	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию гидроксибензола и его производных	0,65
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию фтористого водорода	2,60
Бронхит хронический и неуточненный, эмфизема	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ароматических углеводородов	16,42
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию гидроксибензола и его производных	5,05
Болезни органов пищеварения	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ароматических углеводородов	101,31
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	6,50
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	20,83
Болезни кожи и подкожной клетчатки	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	3,11
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	6,18
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию фтористого водорода	116,93
Болезни мочеполовой системы	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	19,93
Врожденные аномалии	
% исследованных проб почв в селитебной (жилой) зоне, не соответствующих гигиен. норм. по свинцу	2,36
Детское население	
Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	
% исследованных проб почв в селитебной (жилой) зоне, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	108,39
Новообразования	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	2,10
Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию углерода оксида	61,79
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию формальдегида	7,81
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	15,58
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по хлору	5,03
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по мышьяку	7,38
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по хлороформу	19,07

Продолжение табл. 1

1	2
Болезни системы кровообращения	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	3,89
% объектов, обследованных лабораторно, не соответствующих сан. нормам по шуму	8,83
Астма, астматический статус	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию гидроксибензола и его производных	2,59
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию сера диоксида	10,92
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию фтористого водорода	1,57
Бронхит хронический и неуточненный, эмфизема	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию азота оксида	0,92
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию взвешенным веществам	0,55
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию сера диоксида	4,37
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию формальдегида	0,05
Болезни органов пищеварения	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ароматических углеводородов	152,14
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	12,58
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	40,89
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по мышьяку	159,68
Болезни кожи и подкожной клетчатки	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	10,26
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	23,05
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	15,83
Болезни мочеполовой системы	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию гидроксибензола и его производных	14,73
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	10,61
Врожденные аномалии	
% исследованных проб почв в селитебной (жилой) зоне, не соответствующих гигиен. норм. по свинцу	18,16
Взрослое население трудоспособного возраста	
Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	23,73
% исследованных проб почв в селитебной (жилой) зоне, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	22,89

Продолжение табл. 1

1	2
Новообразования	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	3,44
Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию углерода оксида	38,21
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	2,93
Болезни нервной системы	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию свинца	20,70
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию углерода оксида	27,04
Астма, астматический статус	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию дигидросульфида	0,91
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию фтористого водорода	2,12
Бронхит хронический и неуточненный, эмфизема	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ароматических углеводородов	12,17
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию гидроксибензола и его производных	7,66
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ксилола	2,31
Болезни органов пищеварения	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ароматических углеводородов	112,72
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	5,45
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	20,38
Болезни кожи и подкожной клетчатки	
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	5,23
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию фтористого водорода	112,19
Болезни мочеполовой системы	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	22,55
Взрослое население пенсионного возраста	
Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	
% исследованных проб почв в селитебной (жилой) зоне, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	15,73
Новообразования	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	3,47

Окончание табл. 1

1	2
Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию углерода оксида	31,76
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	5,79
Болезни нервной системы	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ароматических углеводородов	4,57
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию дигидросульфида	23,38
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию углерода оксида	16,80
Болезни системы кровообращения	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию углерода оксида	355,69
Болезни органов дыхания	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию аммиака	98,91
Астма, астматический статус	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию фтора и его соединений (в пересчете на фтор)	1,64
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию фтористого водорода	1,71
Бронхит хронический и неуточненный, эмфизема	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ароматических углеводородов	11,90
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ксилола	3,11
Болезни органов пищеварения	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ароматических углеводородов	86,66
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ксилола	3,27
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	11,39
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	17,56
Болезни кожи и подкожной клетчатки	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	3,15
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	8,44
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию фтористого водорода	176,89
Болезни мочеполовой системы	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	13,93

Таблица 2

Коэффициенты регрессии зависимости смертности населения от изменения уровня показателей нарушения качества объектов среды обитания (сл./1000 тыс. населения на единицу изменения процента проб с нарушениями гигиенических нормативов)

Возрастная группа	
Причина смертности	
Наименование фактора среды обитания	**Коэффициенты регрессии, a_i**
Все население	
Смертность населения от некоторых инфекционных и паразитарных болезней	
% исследованных проб почв в селитебной (жилой) зоне, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	0,249
Смертность населения от болезней системы кровообращения	
% объектов, обследованных лабораторно, не соответствующих сан. нормам по вибрации	1,574
% объектов, обследованных лабораторно, не соответствующих сан. нормам по шуму	0,195
Смертность населения от болезней органов дыхания	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию азота диоксиду	0,306
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию взвешенным веществам	0,320
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию гидроксибензола и его производных	0,016
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ксилола	0,255
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию формальдегида	0,162
Смертность населения от болезней органов пищеварения	
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по бору	0,062
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	0,441
Детское население	
Смертность населения от некоторых инфекционных и паразитарных болезней	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	0,027
% исследованных проб почв в селитебной (жилой) зоне, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	0,014
% исследованных проб почв в селитебной (жилой) зоне, не соответствующих гигиен. норм. по паразитологическим показателям	0,106
Смертность населения от болезней системы кровообращения	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию PM_{10}	0,042
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	0,001
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по никелю	0,052
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по нитратам (по NO_3)	0,002

Продолжение табл. 2

1	2
Смертность населения от болезней органов дыхания	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию аммиака	0,034
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию взвешенным веществам	0,139
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию PM_{10}	0,142
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию $PM_{2.5}$	0,136
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию формальдегида	0,035
Смертность населения от болезней органов пищеварения	
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	0,007
Взрослое население трудоспособного возраста	
Смертность населения от некоторых инфекционных и паразитарных болезней	
% исследованных проб почв в селитебной (жилой) зоне, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	0,364
Смертность населения от болезней органов дыхания	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию взвешенным веществам	0,122
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию формальдегида	0,160
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию фтора и его соединений (в пересчете на фтор)	0,337
Смертность населения от болезней органов пищеварения	
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по бору	0,039
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	0,345
Смертность населения от болезней системы кровообращения (трудоспособного возраста)	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	0,227
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по никелю	1,135
Смертность населения от злокачественных новообразований	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	0,104
Взрослое население пенсионного возраста	
Смертность населения от некоторых инфекционных и паразитарных болезней	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	0,493
Смертность населения от болезней системы кровообращения	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию гидроксибензола и его производных	7,150

Окончание табл. 2

1	2
% объектов, обследованных лабораторно, не соответствующих сан. нормам по вибрации	4,828
Смертность населения от болезней органов дыхания	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию азота оксида	3,140
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ароматических углеводородов	0,724
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию взвешенным веществам	1,944
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию гидроксибензола и его производных	0,196
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ксилола	1,390
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по мышьяку	5,046
Смертность населения от болезней органов пищеварения	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ароматических углеводородов	1,446
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ксилола	0,330
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	0,380
Смертность населения от злокачественных новообразований	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию бенз(а)пирена	2,819
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию свинца	11,075
% объектов, обследованных лабораторно, не соответствующих сан. нормам по ЭМИ	4,043

Приложение 6

Таблица 1

Коэффициенты регрессии зависимости заболеваемости населения от изменения уровня показателей нарушения качества объектов среды обитания (на сл./100 тыс. населения на единицу изменения показателя) для задач оценки результативности и эффективности деятельности Роспотребнадзора

Возрастная группа	
Класс болезней, нозологическая форма	
Наименование фактора среды обитания	**Коэффициенты регрессии, a_i**
Все население	
Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	10,66
% исследованных проб почв в селитебной (жилой) зоне, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	32,52
Новообразования	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	3,14
Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию углерода оксида	53,95
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по нитритам (по NO_2)	102,53
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по хлору	7,07
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	1,29
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по мышьяку	29,12
Болезни нервной системы	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию углерода оксида	33,71
Болезни глаза и его придаточного аппарата	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию гидроксибензола и его производных	13,04
Болезни системы кровообращения	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию углерода оксида	19,70
Болезни органов дыхания	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию азота оксида	229,59
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию гидроксибензола и его производных	614,13
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию марганца	466,93
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию хлора и его соединений	220,05

Продолжение табл. 1

1	2
Астма, астматический статус	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию гидроксибензола и его производных	0,65
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию фтористого водорода	2,60
Бронхит хронический и неуточненный, эмфизема	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ароматических углеводородов	16,42
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию гидроксибензола и его производных	5,05
Болезни органов пищеварения	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ароматических углеводородов	101,31
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	6,50
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	20,83
Болезни кожи и подкожной клетчатки	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	3,11
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	6,18
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию фтористого водорода	116,93
Болезни мочеполовой системы	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	19,93
Врожденные аномалии	
% исследованных проб почв в селитебной (жилой) зоне, не соответствующих гигиен. норм. по свинцу	2,36
Детское население	
Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	
% исследованных проб почв в селитебной (жилой) зоне, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	108,39
Новообразования	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	2,10
Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию углерода оксида	61,79
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию формальдегида	7,81
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	15,58
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по хлору	5,03

Продолжение табл. 1

1	2
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по мышьяку	7,38
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по хлороформу	19,07
Болезни системы кровообращения	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	3,89
% объектов, обследованных лабораторно, не соответствующих сан. нормам по шуму	8,83
Астма, астматический статус	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию гидроксибензола и его производных	2,59
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию сера диоксида	10,92
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию фтористого водорода	1,57
Бронхит хронический и неуточненный, эмфизема	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию азота оксида	0,92
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию взвешенным веществам	0,55
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию сера диоксида	4,37
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию формальдегида	0,05
Болезни органов пищеварения	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ароматических углеводородов	152,14
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	12,58
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	40,89
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по мышьяку	159,68
Болезни кожи и подкожной клетчатки	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	10,26
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	23,05
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	15,83
Болезни мочеполовой системы	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию гидроксибензола и его производных	14,73
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	10,61
Врожденные аномалии	
% исследованных проб почв в селитебной (жилой) зоне, не соответствующих гигиен. норм. по свинцу	18,16

Продолжение табл. 1

1	2
Взрослое население трудоспособного возраста	
Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	23,73
% исследованных проб почв в селитебной (жилой) зоне, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	22,89
Новообразования	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	3,44
Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию углерода оксида	38,21
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	2,93
Болезни нервной системы	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию свинца	20,70
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию углерода оксида	27,04
Астма, астматический статус	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию дигидросульфида	0,91
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию фтористого водорода	2,12
Бронхит хронический и неуточненный, эмфизема	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ароматических углеводородов	12,17
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию гидроксибензола и его производных	7,66
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ксилола	2,31
Болезни органов пищеварения	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ароматических углеводородов	112,72
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	5,45
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	20,38
Болезни кожи и подкожной клетчатки	
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	5,23
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию фтористого водорода	112,19
Болезни мочеполовой системы	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	22,55

Продолжение табл. 1

1	2
Взрослое население пенсионного возраста	
Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	
% исследованных проб почв в селитебной (жилой) зоне, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	15,73
Новообразования	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	3,47
Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию углерода оксида	31,76
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	5,79
Болезни нервной системы	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ароматических углеводородов	4,57
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию дигидросульфида	23,38
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию углерода оксида	16,80
Болезни системы кровообращения	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию углерода оксида	355,69
Болезни органов дыхания	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию аммиака	98,91
Астма, астматический статус	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию фтора и его соединений (в пересчете на фтор)	1,64
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию фтористого водорода	1,71
Бронхит хронический и неуточненный, эмфизема	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ароматических углеводородов	11,90
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ксилола	3,11
Болезни органов пищеварения	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ароматических углеводородов	86,66
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ксилола	3,27
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	11,39
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	17,56

Окончание табл. 1

1	2
Болезни кожи и подкожной клетчатки	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	3,15
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	8,44
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию фтористого водорода	176,89
Болезни мочеполовой системы	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	13,93

Таблица 2

Коэффициенты регрессии зависимости смертности населения от изменения уровня показателей нарушения качества объектов среды обитания (на сл./100 тыс. населения на единицу изменения показателя) для задач оценки результативности и эффективности деятельности Роспотребнадзора

Возрастная группа	
Причина смертности	
Наименование фактора среды обитания	**Коэффициенты регрессии, a_i**
Все население	
Смертность населения от некоторых инфекционных и паразитарных болезней	
% исследованных проб почв в селитебной (жилой) зоне, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	0,249
Смертность населения от болезней системы кровообращения	
% объектов, обследованных лабораторно, не соответствующих сан. нормам по вибрации	1,574
% объектов, обследованных лабораторно, не соответствующих сан. нормам по шуму	0,195
Смертность населения от болезней органов дыхания	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию азота диоксиду	0,306
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию взвешенным веществам	0,320
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию гидроксибензола и его производных	0,016
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ксилола	0,255
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию формальдегида	0,162
Смертность населения от болезней органов пищеварения	
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по бору	0,062
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	0,441

Продолжение табл. 2

1	2
Детское население	
Смертность населения от некоторых инфекционных и паразитарных болезней	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	0,027
% исследованных проб почв в селитебной (жилой) зоне, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	0,014
% исследованных проб почв в селитебной (жилой) зоне, не соответствующих гигиен. норм. по паразитологическим показателям	0,106
Смертность населения от болезней системы кровообращения	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию PM_{10}	0,042
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	0,001
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по никелю	0,052
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по нитратам (по NO_3)	0,002
Смертность населения от болезней органов дыхания	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию аммиака	0,034
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию взвешенным веществам	0,139
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию PM_{10}	0,142
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию $PM_{2.5}$	0,136
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию формальдегида	0,035
Смертность населения от болезней органов пищеварения	
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	0,007
Взрослое население трудоспособного возраста	
Смертность населения от некоторых инфекционных и паразитарных болезней	
% исследованных проб почв в селитебной (жилой) зоне, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	0,364
Смертность населения от болезней органов дыхания	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию взвешенным веществам	0,122
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию формальдегида	0,160
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию фтора и его соединений (в пересчете на фтор)	0,337
Смертность населения от болезней органов пищеварения	
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по бору	0,039
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	0,345
Смертность населения от болезней системы кровообращения (трудоспособного возраста)	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	0,227

Окончание табл. 2

1	2
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по никелю	1,135
Смертность населения от злокачественных новообразований	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по сан.-хим. показателям	0,104
Взрослое население пенсионного возраста	
Смертность населения от некоторых инфекционных и паразитарных болезней	
% исследованных проб водопроводов, не соответствующих гигиен. норм. по микробиол. показателям	0,493
Смертность населения от болезней системы кровообращения	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию гидроксибензола и его производных	7,150
% объектов, обследованных лабораторно, не соответствующих сан. нормам по вибрации	4,828
Смертность населения от болезней органов дыхания	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию азота оксида	3,140
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ароматических углеводородов	0,724
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию взвешенным веществам	1,944
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию гидроксибензола и его производных	0,196
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ксилола	1,390
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по мышьяку	5,046
Смертность населения от болезней органов пищеварения	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ароматических углеводородов	1,446
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию ксилола	0,330
% исследованных проб, превышающих ПДК в питьевой воде, превышающие нормативы по железу (включая хлорное железо) по Fe	0,380
Смертность населения от злокачественных новообразований	
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию бенз(а)пирена	2,819
% исследованных в городских и сельских поселениях проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию свинца	11,075
% объектов, обследованных лабораторно, не соответствующих сан. нормам по ЭМИ	4,043

Приложение 7

Анкета медико-социологического исследования

Дата анкетирования:
Ф.И.О. _____
Возраст _____ Дата рождения _____Пол _____
Место работы _____ Должность _____
Образование _____
Домашний адрес _____
Место рождения _____
Время проживания в данном населенном пункте _____
Для мужчин: служил ли в армии _____, какие части _____, кем _____
Работа на вредном производстве (где, в качестве кого)_____
_____
Стаж работы во вредных условиях_____
Действующие производственные факторы _____
_____
Какой фактор среды обитания действует отрицательно на здоровье
_____
Количество членов семьи _____Сколько детей_____
Доход на члена семьи _____ Материальное положение семьи за последние 3 года: аналогичное_____ существенно лучше_____ существенно хуже_____
Возраст родителей (если живы):
Мать_____ Отец_____
Где жили/живут родители:
Мать_____Отец_____
Заболевания у родителей:
Мать_____ Отец_____
Причины смерти родителей:
Мать_____Возраст матери в момент смерти_____
Отец _____Возраст отца в момент смерти_____
Хронические и наследственные заболевания у Вас и близких родственников:
У Вас
_____
Дети (кто)_____
_____
Племянники_____
_____

Другие родственники_____

_____

Наличие онкопатологии у родственников (у кого, в каком возрасте, локализация)

_____

_____

Наличие деменции у родственников (у кого, в каком возрасте):

_____

Нарушение памяти (у кого, в каком возрасте, кратко- или долгосрочной):

_____

Нарушение мышления (у кого, в каком возрасте):

_____

Нарушения координации и моторики (у кого, в каком возрасте):

_____

Расстройства речи (у кого, в каком возрасте):

_____

Нарушение навыков письма и чтения (у кого, в каком возрасте):

_____

Тремор конечностей (у кого, в каком возрасте):

_____

Частые падения при ходьбе (у кого, в каком возрасте):

_____

Наличие болезни Альцгеймера у родственников_____

В каком возрасте_____

Наличие болезни Паркинсона у родственников_____

В каком возрасте _____

У женщин:

Время наступления месячных _____**, их продолжительность** _____**,**

их периодичность _____**, количество выделений** _____**,**

начало половой жизни _____**, время наступления климакса** _____**,**

семейное положение на момент осмотра _____

Сколько было беременностей:_____ **Сколько родов:** _____

Сколько абортов_____**, искусственных** _____**, самопроизвольных** _____**,**

Патологическая беременность (какая, в чем патология, чем закончилась)_____

_____

Патологические роды (которые, в чем патология) _____

Патология новорожденного (который ребенок, в чем патология) _____

_____

Когда последний осмотр у гинеколога_____

Гинекологический диагноз_____

_____

Для мужчин: возраст начала половой жизни _____, наличие детей _____, семейное положение на момент осмотра _____
Жилищные условия: свой дом _____, квартира отдельная _____, общежитие _____, сколько комнат _____,
Характеристика жилья:
теплое _____ холодное_____ сухое _____влажное_____
Отопление:
центральное паровое____ центральное водяное____ печное (уголь, дрова)_____
благоустроенное _____ неблагоустроенное_____
Как далеко находится Ваш дом (квартира) от крупных магистралей:
меньше 100 м _____100-500 м _____ 500 м-1 км _____ более 1 км_____
Наличие животных дома:_____ кошка_____ собака_____ птица_____ грызуны_____
Питание регулярное _____, предпочитаемые продукты _____
_____
Сколько пьет воды в день _____
Какова продолжительность ночного сна_____ сон спокойный _____
часто просыпаетесь_____ трудно заснуть_____
Конфликты в семье: редкие_____ частые_____
Вредные привычки: курение _____, употребление спиртных напитков: объем за 1 день _____,
Сколько раз в месяц _____, предпочитаемые виды спиртных напитков
_____
Сколько времени ежедневно проводите на свежем воздухе_____
Посещаете ли Вы спортивные секции_____ какие_____
сколько раз в неделю_____
Сколько времени в день Вы ходите пешком _____
Выезжаете ли вы за город _____ как часто _____ куда _____
Посещаете ли Вы бассейн _____как часто_____
Сколько времени в день уделяете гаджетам _____
Сколько часов в день работаете с компьютером_____
Сколько времени в день смотрите телевизор _____
Прослушиваете ли Вы передачи, музыку через наушники_____
сколько часов в день_____

<u>Жалобы:</u>
слабость_____, утомляемость_____, с чем связаны _____,
нарушение сна: трудность засыпания_____, прерывистый сон_____,
с чем связаны нарушения сна _____,
частая смена настроения_____, периоды депрессии_____,
когда чаще возникают _____, головные боли_____,

когда чаще возникают _____, локализация головных болей_____, обмороки_____,

Подъемы артериального давления_____,
максимальные уровни АД_____,
когда чаще возникают подъемы давления _____,
рабочее АД_____,
Сколько времени АД повышено_____, онемение конечностей_____,
боли в обл. сердца_____, как часто_____,
иррадиация _____,
Приступы сердцебиения_____, когда _____,
длительность _____, отеки _____, где _____,
когда возникают _____

Частые ОРВИ _____, сколько раз в год _____, длительность ОРВИ _____, наличие осложнений ОРВИ (когда, что) _____ _____ ,
кашель_____, когда возникает_____ ,
с мокротой_____,
мокрота прозрачная_____, мокрота гнойная_____,
длительность кашля_____,
чем снимается _____,
длительная заложенность носа _____, как давно_____,
когда возникает_____, чем снимается_____,
одышка _____, когда возникает _____,
чем снимается_____, приступы удушья_____,
как давно_____, когда возникают _____,

снижение/повышение аппетита_____, сухость во рту _____,
когда появилось _____, с чем связано _____,
глотание болезненное _____, когда появилось _____,
чувство комка за грудиной при глотании _____,
когда появилось _____, с чем связано _____,
боли в животе_____, как давно беспокоят _____,
локализация_____,
когда возникают _____,
изжога_____, отрыжка_____, воздухом_____, кислым _____,
горьким_____, тухлым_____, рвота _____, после чего возникает чаще _____, тошнота _____, после чего_____,
запоры_____, фрагментированный стул _____, кашеобразный стул _____, наличие слизи в стуле _____, наличие крови в стуле _____, частота стула_____, поносы _____,

после чего возникают_____,
горечь во рту по утрам_____, осветленный кал _____,
когда впервые _____

боли в пояснице_____, когда возникают _____,
характер болей _____,
частые мочеиспускания _____, никтурия _____, моча «мясные помои»_____,
когда_____, длительность _____, болезненное
мочеиспускание _____, энурез_____

Женщины: нарушение цикла _____, как давно _____,
в чем выражается _____
_____,

Мужчины: нарушение половой функции _____,

Другое:

<u>Перенесенные острые болезни</u>

<u>Какие хронические заболевания установлены ранее, когда</u>

<u>Лечились ли Вы по поводу этих заболеваний (когда, форма лечения)</u>

<u>Наличие переломов в анамнезе</u>

<u>Наличие наследственной патологии (какая, у кого еще)</u>

Научное издание

16+

АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ В СТРАТЕГИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Монография

В двух томах

Под общей редакцией
акад. РАН Г.Г. Онищенко, акад. РАН Н.В. Зайцевой

Второе издание, переработанное и дополненное

Том 2

Редактор *М.Н. Афанасьева*

Выход в свет 03.04.2024. Формат 70×100/16.
Усл. печ. л. 37,81. Общий тираж 190 экз. Заказ № 050.

Издательство Пермского национального
исследовательского политехнического университета.
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29, к. 113.

Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии ИП Сауткина С.В.
614038, г. Пермь, ул. Веденеева 80-19.