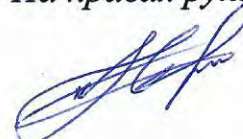


**Федеральное бюджетное учреждение науки
«Федеральный научный центр медико-профилактических технологий
управления рисками здоровью населения»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей
и благополучия человека**

На правах рукописи



ПЕРЕЖОГИН Алексей Николаевич

**ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПРОФИЛАКТИКА
РИСКА РАЗВИТИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДОВ
В УСЛОВИЯХ ОСОБО ВЫСОКОГО УРОВНЯ
ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА
(на примере города Братска)**

3.2.1. Гигиена

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

д.м.н., доцент Землянова Марина Александровна

Пермь 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1 Гигиенические проблемы развития и профилактики заболеваний населения, проживающего на селитебных территориях в городах с особо высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха.....	21
1.1 Современные гигиенические аспекты состояния проблемы формирования высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха в городах интенсивного промышленного освоения	21
1.2 Современные тенденции состояния здоровья населения в городах с особо высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха и их связь с ведущими аэрогенными факторами риска смертности и заболеваемости	31
1.3 Актуальность оценки эффективности мероприятий по снижению рисков здоровью населения в приоритетных городах с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха	39
ГЛАВА 2 Материалы, методы и объем исследований.....	47
ГЛАВА 3 Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха и риска здоровью населения селитебной территории с особо высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха (на примере города Братска)	63
3.1 Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха с выделением химических веществ, формирующих высокий уровень загрязнения	63
3.2 Характеристика градообразующих хозяйствующих субъектов по категориям потенциального риска причинения вреда здоровью. Численность и структура населения под воздействием.....	76
3.3 Оценка неканцерогенного и канцерогенного риска развития заболеваний .	82
ГЛАВА 4 Гигиеническая оценка состояния здоровья населения в зоне аэрогенной экспозиции ведущими факторами риска.....	98
4.1 Сравнительный анализ и оценка распространенности структурно-динамических показателей смертности и заболеваемости населения в зоне аэрогенной экспозиции.....	98
4.1.1 Сравнительный анализ и оценка смертности населения	98
4.1.2 Сравнительный анализ и оценка структурно-динамических особенностей заболеваемости населения в зоне аэрогенной экспозиции	104
4.2 Оценка заболеваемости и экономического ущерба, ассоциированных с факторами риска, на основе эпидемиологического анализа	117

ГЛАВА 5 Оценка негативных последствий системных нарушений со стороны критических органов и систем в условиях особо высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха (на базе углубленных исследований).....	125
5.1 Выявление у населения групп риска повышенного содержания в биосредах химических веществ, связанных с аэрогенной экспозицией факторов риска и таргетных критическим органам и системам.....	125
5.2 Анализ негативных эффектов системных (клинико-функциональных) и клеточно-молекулярных (иммуно-биохимических, молекулярно-генетических) нарушений состояния здоровья, обусловленных повышенным содержанием химических веществ в биосредах	130
ГЛАВА 6 Гигиеническая оценка эффективности мероприятий по профилактике риска и снижению негативных последствий здоровью населения.....	160
6.1 Гигиеническая оценка эффективности мероприятий Роспотребнадзора регионального и территориального уровня по контролю за соблюдением требований санитарного законодательства, направленных на обеспечение качества атмосферного воздуха.....	160
6.2 Гигиеническая оценка эффективности программных мероприятий по профилактике приоритетных заболеваний, ассоциированных с воздействием ведущих факторов риска атмосферного воздуха.....	169
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	173
ВЫВОДЫ	179
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИМ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКИМ МЕРАМ, НАПРАВЛЕННЫМ НА СНИЖЕНИЕ И УСТРАНЕНИЕ РИСКОВ ЗДОРОВЬЮ	183
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ	187
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	188
БИБЛИОГРАФИЯ.....	190
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Результаты сравнительного анализа клинических, иммунологических, биохимических, гематологических показателей у детей группы наблюдения и группы сравнения	225
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Результаты сравнительного анализа клинических, иммунологических, биохимических, гематологических показателей у взрослых группы наблюдения и группы сравнения	233
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Акты внедрения результатов диссертационного исследования.....	239

ВВЕДЕНИЕ

Здоровьесбережение граждан является одним из важнейших государственных приоритетов на мировом и национальном уровне. В стратегических документах Правительства Российской Федерации [93, 98, 107, 116] подчеркивается, что сохранение и укрепление здоровья, увеличение численности, снижение смертности экономически активного населения от предотвратимых причин, экологическое развитие и безопасная среда обитания человека занимает абсолютно ведущее место в политике государства. Выбор приоритетов продиктован необходимостью усиления и укрепления позиций России в мире, наращивания технологического потенциала для перехода на новый экономический уклад, повышения благосостояния и жизненного уровня населения в современных условиях [81, 133].

В связи с этим, обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения страны, определяющегося совокупностью благоприятных и безопасных условий для его жизнедеятельности, приобретает особую актуальность и направлено на достижение целевых показателей: минимизация рисков здоровью, снижение медико-демографических потерь, повышение комфортности жизни граждан [98]. Одним из механизмов целедостижения может являться, в том числе, решение острых гигиенических проблем [114, 133]. Проблема выявления и устранения основных причин и факторов, способствующих ухудшению состояния здоровья, снижению численности и ожидаемой продолжительности жизни населения является особо значимой в контексте реализации национальных целей и стратегических задач социально-экономического развития на предстоящий период.

В Российской Федерации, как и во многих странах мира, в результате повышения эффективности государственного регулирования состояния среды обитания и социальной ответственности бизнеса показатели качества атмосферного воздуха существенно улучшились. За последние 24 года по данным ФИФ СГМ в местах постоянного проживания населения более чем в 15 раз снизилась доля проб, превышающих предельно допустимые концентрации, в том числе в 14,9 ра-

за – на городских территориях [101]. Вместе с тем, на протяжении многих десятилетий в России в регионах интенсивной хозяйственной деятельности формировались зоны санитарно-гигиенического неблагополучия и накопленного экологического ущерба [159, 160]. Наиболее неблагополучная ситуация на протяжении многолетнего периода отмечается в городах и населенных пунктах РФ с загрязнением атмосферного воздуха на высоком и экстремально высоком уровне. К числу городов с наибольшим уровнем загрязнения воздушной среды ежегодно относят порядка 20 наименований. В течение 2017–2019 гг., по данным старейшего метеорологического учреждения России – Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова, имеющего 684 станции в 253 городах государственной наблюдательной сети, список городов с очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха включал от 18 до 22. К их числу относятся крупные индустриально развитые территории, расположенные, главным образом, в восточной части страны (например, Барнаул, Братск, Зима, Иркутск, Красноярск, Кызыл, Лесосибирск, Магнитогорск, Минусинск, Новокузнецк, Норильск, Петровск-Забайкальский, Свирск, Селенгинск, Улан-Удэ и другие). Численность проживающего в них населения составляет более 5 млн человек [38, 110]. В перечне городских поселений в 2019 году были выделены 12 городов, в том числе Братск, Красноярск, Липецк, Магнитогорск, Медногорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Норильск, Омск, Череповец, Челябинск, Чита, с наиболее выраженными проблемами загрязнения воздушной среды. По данным Федеральной службы государственной статистики, общая численность проживающего в них населения составила 6,4 млн человек или 5,8 % от общей численности городского населения страны. Данные города, как приоритетные, включены в федеральный проект «Чистый воздух» [129] национального проекта «Экология» [128]. Стратегической целью реализации проекта является существенное снижение загрязнения атмосферного воздуха промышленно развитых территорий России.

По данным ФИФ СГМ в 2017–2019 гг. общее количество исследованных проб атмосферного воздуха в городах РФ составило более 1 млн, из них 35-36 % проб – в городах с наиболее острыми проблемами. Доля проб с превышением ПДК

составляла от 2,0 до 4,8 %, что в 5,6–6,9 раза выше среднероссийского показателя (0,36–0,7 %) [101]. Количество химических компонентов в атмосферном воздухе, превышающих гигиенические нормативы, регистрировалось более 20 наименований: фенол, фтористые газообразные соединения, взвешенные вещества и фракции PM10 и PM2.5, формальдегид, бензол, этилбензол, ксилол, бенз(а)пирен, диАлюминий триоксид, свинец, диЖелезо триоксид, меди (II) оксид, аммиак, сероводород, стирол, формальдегид, углерод (сажа), нафталин, общераспространенные соединения (окислы азота, серы, углерода) [101]. Большинство указанных веществ относятся к веществам чрезвычайно и высоко опасным для здоровья человека (1-2 класс опасности), обладающим, помимо общетоксического, специфическими (сенсibiliзирующим, иммуноотропным, кардиотоксическим, гепатотоксическим и др.) и отдаленными (канцерогенным, мутагенным, репротоксическим) эффектами повреждающего действия.

В городах приоритетного списка установлены неканцерогенные риски здоровью, превышающие приемлемые уровни, преимущественно для органов дыхания, иммунной, сердечно-сосудистой, репродуктивной, нервной систем, процессов развития. В отдельных городах установлены неприемлемые для здоровья человека канцерогенные риски. Ведущими факторами (вклад до 61,1–100,0 %) являются углерод, бенз(а)пирен, бензол, диоксид серы и акрилонитрил, формальдегид, взвешенные вещества, в том числе частицы PM10, никеля оксид и др. [159].

Стабильное поступление в атмосферный воздух селитебной застройки многокомпонентных смесей относится к приоритетным факторам окружающей среды, обуславливающим дополнительные медико-демографические потери населения [120, 190]. Данное положение признано Всемирной организацией здравоохранения и Генеральной Ассамблеей ООН на третьем Совещании по вопросам профилактики и борьбы с неинфекционными заболеваниями. Загрязнение воздушной среды вне помещений определено в качестве ведущей причины смертности и неинфекционной заболеваемости [94, 187, 247, 261].

Анализ заболеваемости в субъектах РФ, в том числе в городах со значительным загрязнением атмосферы, по данным государственной статистической

отчетности свидетельствует, что основными причинами высокого уровня заболеваемости всего населения (до 183 тыс. случаев в субъектах РФ при среднероссийском показателе 163,4 тыс. сл./100000 человек) являются болезни органов дыхания, пищеварения, системы кровообращения, костно-мышечной, мочеполовой систем. Основными причинами смертности (до 15,0 случаев в различных субъектах РФ при среднероссийском показателе 12,5 сл./1000 населения) остаются в последнее десятилетие болезни системы кровообращения (на 2018 год вклад порядка 45 %), новообразования (16 %), болезни органов пищеварения (5 %), органов дыхания (3 %) [159, 167, 186, 196].

Напряженность сложившейся санитарно-гигиенической ситуации на селитебных территориях, связанной с текущей экономической деятельностью крупных хозяйствующих субъектов, в том числе металлургического и целлюлозно-бумажного профиля, подчеркивает необходимость реализации воздухоохраных мероприятий, направленных на снижение уровня загрязнения, минимизацию связанных с ним рисков здоровью населения. Запланированное кардинальное снижение совокупного объема выбросов загрязняющих веществ в промышленных центрах, предусмотренное Комплексными планами, должно составить к 2024 году 22 % [98], а к 2030 году – снизиться в два раза по особо токсичным веществам [93]. Для достижения существенного улучшения условий жизни граждан при запланированном снижении объемов валовых выбросов необходимо учитывать реальную опасность для здоровья каждого загрязняющего вещества [132].

Для ряда регионов, характеризующихся существенным загрязнением воздушной среды, обозначенные гигиенические проблемы стоят особенно остро. В них запланировано и уже осуществляется достижение целевых показателей, направленных на обеспечение нормативного качества атмосферного воздуха, в том числе, за счет совершенствования деятельности СГМ [106, 115]. Для эффективного достижения обозначенных индикаторных показателей органами и организациями Роспотребнадзора в рамках своих полномочий осуществляют деятельность по формированию перечня приоритетных химических веществ, требующих первоочередного регулирования, с учетом результатов оценки рисков здоровью

[148, 168]. В ходе продолжения многолетней деятельности по совершенствованию системы СГМ регионального и муниципального уровня для обеспечения решения поставленных задач [129] обозначена необходимость корректировки планов регулярных наблюдений за состоянием и качеством атмосферного воздуха. При этом определяющим является учет загрязняющих веществ с наибольшим вкладом в формируемые риски здоровью населения, подверженных экспозиции, и приоритетных источников их поступления в атмосферу. Необходима актуализация точек наблюдений за атмосферным воздухом, режима отбора проб и объемов проведения лабораторных исследований в рамках осуществляемого мониторинга [41, 82].

Совершенствуются научные и методические разработки, направленные на определение подходов к количественной оценке аэрогенной экспозиции населения и обоснованию программ мониторинговых наблюдений за качеством и состоянием воздушной среды селитебной зоны [6, 76, 163, 173]. Обеспечена актуализация инструментальной (лабораторной) базы по осуществлению социально-гигиенического мониторинга на муниципальном уровне, реализация адресной программы дооснащения необходимым лабораторным оборудованием, расширение области аккредитации на проведение исследований атмосферного воздуха. Практическое внедрение информационно-аналитической системы анализа состояния воздушной среды позволяет своевременно выполнять аналитические оценки результатов инструментальных исследований и целенаправленно выделять вещества, не соответствующие гигиеническим нормативам и формирующие «высокий» и «очень высокий» уровень загрязнения атмосферного воздуха, что приобретает особую значимость в условиях крупного города [41, 106, 115, 157].

Существующая методология оценки риска позволяет достаточно эффективно решать задачи, направленные на достижение надлежащего качества атмосферного воздуха и, следовательно, санитарно-эпидемиологического благополучия населения крупных промышленных центров. Применение показателей и критериев оценки риска во многих регионах России в течение последних 25 лет [117, 136, 155] позволяет существенно повысить точность и объективность подхода к определению приоритетных веществ [51, 96, 114, 154, 276], источников их поступле-

ния в составе валовых выбросов в атмосферу. Полученные результаты являются информационной основой обоснования необходимых регулирующих мер, направленных на ограничение выбросов.

Накопленный опыт масштабных исследований свидетельствует о том, что в целях поиска подходов к эффективному устранению и снижению негативных последствий аэрогенного воздействия высоких уровней неприемлемого риска актуальным является совершенствование гигиенических методов выявления и оценки риск-реализованных нарушений здоровья на индивидуальном уровне. Полученные фактические результаты позволяют выполнять групповые или популяционные оценки числа лиц с развитием дополнительных случаев хронических заболеваний, доказано ассоциированных с воздействием факторов риска [57]. Как следствие, приобретает особую значимость продолжение работ по научному обоснованию, разработке и реализации адресных программных медико-профилактических мер, направленных на предотвращение возникновения и устранение выявленных негативных последствий со стороны здоровья населения из зон наибольшего аэрогенного воздействия факторов риска [45, 91, 147, 150]. Данное положение согласуется с Постановлением Правительства РФ, впервые утверждающим требования [109] к перечню компенсационных мероприятий, направленных на повышение качества атмосферного воздуха. В составе мер определена необходимость предупреждения и устранения вредного воздействия негативных аэротехногенных факторов на здоровье подверженного населения. Реализации данного направления действий предусматривает «...проведение комплекса адресных медико-профилактических мероприятий».

Выполнение мероприятий воздухоохранного и профилактического характера в ряде регионов с наиболее выраженным загрязнением воздушной среды диктует необходимость проведения оценки эффективности и результативности предложенных мер по критериям здоровья населения. Полученные результаты позволят выполнить необходимые корректировки, уточнения и дополнения осуществляемых мер по устранению и снижению рисков здоровью и негативных последствий их реализации.

В этой связи, вышесказанное определило высокую актуальность выбранной тематики исследований, заключающихся в определении направлений и способов повышения эффективности мероприятий по профилактике риска здоровью и снижению негативных последствий их реализации на основе исследования и оценки гигиенических проблем в приоритетных городах с особо высоким уровнем загрязнения атмосферы.

Степень разработанности темы исследования

В современных условиях органами и организациями Роспотребнадзора накоплен обширный опыт и продолжает осуществляться активная научно-методическая работа, направленная на развитие и совершенствование деятельности по организации и осуществлению гигиенических исследований и оценок в целях выявления причин и предотвращения вредного воздействия факторов среды обитания на здоровье человека, что предусмотрено статьями 12-14, 17-22 Федерального закона № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [100]. Спектр изучаемых факторов включает загрязнения воздушной среды химическими примесями в зонах влияния хозяйствующих субъектов.

Внедрение методов и технологий оценки и управления рисками здоровью населения в условиях новых опасностей химической природы [51, 96, 135, 151, 157], применение в качестве критериев безопасности референтных уровней для различных периодов экспозиций обусловило понимание необходимости обязательного учета не только потенциальных угроз (рисков) для здоровья человека, но и их фактической реализации в виде причиненного вреда [77, 134]. Использование инструментальных и расчетных результатов гигиенических исследований качества атмосферного воздуха в совокупности с результатами углубленных медицинских исследований состояния здоровья населения из зон риска способствует повышению объективности выполняемого анализа и оценок [44, 77, 137, 173].

Определены ключевые позиции, закрепленные нормативными документами, применения результатов медико-биологических исследований индивидуального уровня в качестве инструмента для доказательства причинения вреда здоровью, обусловленного негативным воздействием химических факторов риска [57,

134, 170]. Исследования строятся на основе результатов оценки аэрогенной хронической экспозиции воздействующих веществ, формирующей неприемлемые риски здоровью, прогнозирования негативных эффектов со стороны органов-мишеней в зависимости от действующей дозы [117, 136, 148, 179, 276]. Учитываются особенности этиопатогенетических механизмов развития ответных реакций организма человека в условиях комбинированных аэрогенных нагрузок приоритетных веществ, биомаркерные показатели [53, 54, 92, 113, 194, 206]. Обоснованы обязательные гигиенические и медико-биологические квалифицирующие показатели и критерии причиненного вреда для отдельных нозологических форм заболеваний [21]. Предварительное категорирование видов деятельности хозяйственных субъектов, в зонах влияния выбросов которых располагаются селитебные территории, позволяет повысить адресность и направленность последующих регулирующих мер [25, 145]. Показано, что результаты персонализированной оценки фактически выявленных нарушений здоровья, доказано детерминированных аэрогенными факторами риска (причиненный вред), являются основой для разработки рекомендаций лицам, принимающим управленческие решения, направленные на снижение и устранение (митигацию) негативных последствий [44, 170].

В настоящее время методология анализа риска здоровью [7, 9, 83, 136, 153, 210], основывающаяся на идентификации ведущих факторов риска, определении приемлемости для здоровья наиболее подверженных групп населения рассчитанных уровней риска, широко используется при решении задач, связанных с оценкой эффективности планируемых или реализуемых санитарно-гигиенических, профилактических, оздоровительных мероприятий. Несмотря на существенное развитие научно-методической базы по исследованию гигиенических проблем и связанных с ними нарушений состояния здоровья у лиц, проживающих в зонах недопустимого риска здоровью, представляется необходимым уточнение для специалистов службы Роспотребнадзора подходов к организации и проведению гигиенических исследований и оценок для установления и доказательства связи выявленных заболеваний у населения с воздействием аэротехногенных химических факторов риска. Обозначенная проблема в современных условиях актуализации задач сбере-

жения демографического потенциала страны требует повышения точности гигиенических оценок для выявления и установления риск-реализованных нарушений здоровья населения при несоблюдении санитарных требований, исключения недооценки или переоценки расчетных уровней рисков, приобретающих особую значимость в условиях экстремально высокого загрязнения атмосферного воздуха.

Остаются недостаточно изученными вопросы, касающиеся уточнения веществ, оказывающих наибольшее негативное влияние на клеточно-молекулярные и системные механизмы нарушения гомеостаза по результатам углубленных обследований экспонированного населения с учетом характера токсичности и одновременного воздействия загрязнений на организм. При этом важным этапом получения адекватных гигиенических оценок является использование данных СГМ качества атмосферного воздуха для более точного выделения зон высокого риска здоровью. Остается востребованным дальнейшее развитие методических подходов к сопоставительному анализу уровней расчетного аэрогенного риска и показателей фактической заболеваемости населения для повышения объективности проводимых оценок сложившейся медико-демографической ситуации. Требуется совершенствование методологии доказательства фактов реализации рисков в виде конкретных нарушений здоровья, связанных с негативными факторами воздействия.

Комплекс этих методических подходов позволит повысить точность гигиенических оценок эффективности комплекса мер, направленных на снижение риска, профилактику и устранение негативных последствий здоровью, что приобретает исключительную важность в условиях особо высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха.

Вышесказанное свидетельствует о том, что не в полной мере разработанные научно-методические подходы к исследованию комплекса гигиенических проблем, обусловленных высоким или очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха мест постоянного проживания населения, определяют значимую степень актуальности и цель настоящего исследования.

Цель исследования – характеристика гигиенических проблем и обоснование мероприятий по профилактике риска развития заболеваний и снижению негативных последствий здоровью населения в условиях городов с особо высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха (на примере города Братска).

В соответствии с поставленной целью **задачи исследования** включали:

1. Выполнить санитарно-гигиеническую оценку ситуации и риска здоровью населения, формируемого особо высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха в городском поселении интенсивного промышленного освоения, обосновать ведущие факторы риска, идентифицировать гигиенические проблемы.

2. Провести гигиеническую оценку и сопоставительный анализ связи показателей популяционного здоровья населения с воздействием ведущих факторов риска и формируемых экономических потерь.

3. Выполнить углубленное исследование и оценку риск-реализованных критически значимых клеточно-молекулярных и системных негативных эффектов, обусловленных экспозицией ведущих факторов.

4. Оценить эффективность санитарно-гигиенических и профилактических мер, направленных на снижение остроты гигиенических проблем, предотвращение возникновения риска и его реализации в отношении здоровья населения на примере зоны наибольшего воздействия.

5. Разработать для принятия управленческих решений рекомендации по санитарно-гигиеническим и профилактическим мерам, направленным на решение гигиенических проблем, снижение и устранение рисков здоровью.

Научная новизна работы

- Обоснован последовательный алгоритм исследований, обеспечивающий установление и доказательство содержательности реализации риск-ассоциированных нарушений здоровья, в том числе выявленных в направленном углубленном наблюдении за состоянием здоровья экспонированных лиц.

- Установлены особенности формирования неприемлемого канцерогенного и неканцерогенного рисков здоровью в виде нарушений со стороны органов дыхания, иммунной, нервной, сердечно-сосудистой, костной систем, процессов раз-

вития, системы крови, печени, почек, органов зрения и ранжированный перечень приоритетных химических веществ (23 наименования из 45), определяющих риски при одновременном поступлении в атмосферный воздух.

- Установлены причинно-следственные связи и коэффициенты, описывающие популяционную зависимость заболеваемости детского и взрослого населения от уровня аэрогенной экспозиции.

- Получен количественный прогноз реализации риска по критериям дополнительных случаев заболеваний, ассоциированных с воздействием приоритетных факторов.

- Доказана роль конкретных химических веществ (алюминия, марганца, хрома, никеля, фтора, бензола, этилбензола, толуола, ксилола, фенола, формальдегида) в формировании реально выявленных в углубленных исследованиях нарушений здоровья.

- Детализирован спектр и особенности негативных клеточно-молекулярных и системных эффектов, характеризующих дисбаланс нейротрансмиттеров возбуждения, окислительно-антиоксидантных процессов, костного метаболизма, остеорегуляции, клеточно-гуморального иммунитета и развитие нейровегетативной, гепатобилиарной дисфункции, воспалительных и пролиферативных нарушений со стороны верхних и средних отделов дыхательных путей, опорно-двигательного аппарата, системы кровообращения, процессов развития.

- Обоснована значимость критериальной оценки ущербобразующих последствий в определении эффективности санитарно-гигиенических и медико-профилактических мероприятий, направленных на решение гигиенических проблем.

Теоретическая и практическая значимость исследования

Теоретическое значение имеет получение новых знаний в области окружающей среды и профилактической медицины. Расширены гигиенические представления о системных (клинико-функциональных) и клеточно-молекулярных (иммуно-биохимических, цитологических и молекулярно-генетических) закономерностях и особенностях риск-реализованных нарушений здоровья, обусловлен-

ных особо высоким уровнем экспозиции ведущих химических факторов. Уточнены пути формирования и этиопатогенетические механизмы одновременного воздействия химических веществ на целевые органы и системы.

Практическая значимость работы заключается в предложенном научно обоснованном эффективном порядке действий специалистов службы в рамках выявления причин и условий возникновения неинфекционных заболеваний, проведения направленных углубленных исследований по выявлению и доказательству фактов риск-реализованных нарушений здоровья, ассоциированных с аэротехногенным воздействием. На основе полученных результатов хозяйствующими субъектами разработаны и внедрены организационно-технические мероприятия, направленные на снижение рисков, формируемых приоритетными веществами, в первую очередь, фтористым водородом, метилмеркаптаном, бенз(а)пиреном, фенолом. В планы воздухоохранных мероприятий муниципального образования включены и осуществляется контроль мер по снижению валовых выбросов в атмосферу диоксида алюминия, марганца и его соединений, хрома (VI) и его соединений, никель оксида, бензола, толуола, этилбензола, ксилолов. Определена необходимость и выполнена корректировка планов СГМ с учетом приоритетных веществ, актуализированы точки наблюдений, программы лабораторного контроля качества атмосферного воздуха. Результаты исследования послужили практическим инструментом разработки и реализации городской Комплексной программы адресной медико-профилактической помощи детям и взрослым из зон наибольшего аэрогенного риска здоровью. Предложены наиболее эффективные методы и показатели для оценки результативности мероприятий по профилактике риска и снижению негативных последствий здоровью населения селитебной территории с особо высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха.

Методология и методы исследования

Разработанные методические подходы к обоснованию перечня приоритетных химических веществ, требующих обязательного регулирования, и спектра риск-реализованных нарушений здоровья, подлежащих обязательному учету для раннего выявления, снижения и предотвращения ущербобразующих послед-

ствий, к обоснованию наиболее эффективных компенсационных мер в городах с особо высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха базируются на едином алгоритме, последовательно реализующем системный, в том числе сопоставительный критериальный анализ и оценку с помощью адекватных методов, стандартных аналитических данных, обеспечивающих получение воспроизводимых и проверяемых объективных результатов. Решение поставленных задач выполнено с помощью комплекса адекватных методов: санитарно-гигиенических, в том числе инструментальных, эпидемиологических, социологических, статистических, экспертно-аналитических; методов оценки и пространственного распределения рисков здоровью. В рамках направленных углубленных медицинских исследований применен комплекс современных клинико-функциональных, иммунологических, биохимических, общеклинических, цитологических, химико-аналитических методов, математических методов построения причинно-следственных связей для установления фактов реализации рисков здоровья. Для оценки эффективности мероприятий применены методы расчета предотвращенного ущерба здоровью, экономического эффекта и эффективности.

Положения, выносимые на защиту

1. В городах с особо высоким уровнем атмосферных загрязнений систематический анализ санитарно-гигиенической ситуации по предложенному алгоритму повышает точность идентификации гигиенических проблем, оценки риска и эффективность минимизации риск-реализованных нарушений со стороны здоровья экспонированного населения.

2. При реализации высоких уровней риска фактически выявленные негативные клеточно-молекулярные и системные эффекты, доказано связанные с воздействием аэрогенной экспозиции, проявляются в виде дисбаланса нейротрансмиттеров возбуждения, окислительно-антиоксидантных процессов, костного метаболизма, остеорегуляции, клеточно-гуморального иммунитета и полиорганной дисфункции преимущественно нервной, кардиореспираторной, костной, гепатобилиарной систем, процессов развития.

3. Адресные санитарно-гигиенические мероприятия, направленные на решение гигиенических проблем, профилактику риска и снижение негативных последствий здоровью экспонированного населения, адекватны напряженности проблемы, являются, по своей сути, социально значимыми, экономически эффективными и компенсационными.

Степень достоверности и апробация результатов

Диссертационная работа выполнена в рамках НИР (рег. номер ИКРБС АААА-Б17-217012070034-5; АААА-Б18-218011590060-5) в соответствии с планом основных мероприятий ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» на 2016-2017 гг.

Достоверность результатов исследования, основных положений, выводов и рекомендаций определена использованием и аналитическим обобщением данных по изучаемой проблеме из открытых и проверяемых релевантных источников; комплексом общепризнанных способов сбора и обработки информации официального статистического наблюдения; соответствием используемых подходов к построению дизайна исследований, анализу и интерпретации результатов стандартным методам гигиенического, с элементами эпидемиологического, анализа. Для решения поставленных задач использованы воспроизводимые последовательности действий и стандартизированные методы исследования, применяемые для научных доказательств и оценок в медицине.

Достоверность полученных результатов и сформулированных выводов базируется на убедительном объеме и длительности гигиенических исследований (более 45 тысяч исследований по 50 показателям качества атмосферного воздуха, снежного покрова, атмосферных выпадений, почвы, питьевой воды, пищевых продуктов за 5-летний период наблюдений; 25,33 тыс. детей 4-17 лет и взрослых 18-60 лет из двух городских поселений Иркутской области, 14 классов неинфекционных болезней). Объем выборочных углубленных медицинских обследований (234 протокола клинических осмотров детей 4-7 лет и 112 протоколов осмотров взрослых 22-48 лет, 69230 исследований более чем по 200 инструментальным, функциональным, химико-аналитическим, биохимическим, иммунологическим,

общеклиническим, цитологическим показателям) подтверждает репрезентативность полученных результатов.

Основные положения и результаты исследований доложены и обсуждены на X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Анализ риска здоровью – 2020. Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2020 и круглым столом по безопасности питания» (Пермь, 2020), Международной научно-практической конференции «Здоровье и окружающая среда» (Минск, 2021), XI межрегиональной научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием «Гигиена, экология и риски здоровью в современных условиях» (Саратов, 2021), XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Анализ риска здоровью – 2021. Внешнесредовые, социальные, медицинские и поведенческие аспекты. Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2021» (Пермь, 2021), XII Всероссийской научно-практической интернет-конференции с международным участием «Анализ риска здоровью – 2022. Фундаментальные и прикладные аспекты обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2022» (Пермь, 2022).

Работа апробирована на расширенном заседании научных отделов ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровья населения»: анализа риска для здоровья, гигиены детей и подростков, биохимических и цитогенетических методов диагностики, иммунобиологических методов диагностики, химико-анализических методов исследований (Протокол № 2 от 12.05.2022).

Внедрение результатов исследования

Результаты исследования использованы при выполнении отраслевой научно-исследовательской программы «Гигиеническое научное обоснование минимизации рисков здоровью населения России» на 2016–2020 гг.; при разработке МУ «Использование элементного состава биологических сред человека для оценки загрязнения среды обитания металлами в системе социально-гигиенического мониторинга» (М., 2018), «Применение методов биомониторинга в системе СГМ» (М.,

2019); МР 2.1.6.0157-19 «Формирование программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха и количественная оценка экспозиции населения для задач социально-гигиенического мониторинга»; при разработке и реализации Комплексной программы «Обеспечение экологической безопасности на территории г. Братска на 2019-2021 годы»; при обосновании Перечня приоритетных загрязняющих веществ для территории г. Братска (письмо Роспотребнадзора от 23.11.2020 № 02/23971-2020-23); при разработке Комплексного плана мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух г. Братска (утв. Зам. Председателя Правительства РФ 28.12.2018 № 11022п-П6); при подготовке материалов Государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Иркутской области в 2018 году» (Иркутск, 2019). Внедрены в практическую деятельность Администрацией города Братска для принятия управленческих решений по разработке планов мероприятий, направленных на обеспечение комфортной среды обитания граждан (акт внедрения от 25.03.2022); Комитетом по законодательству о природопользовании, экологии и сельском хозяйстве Иркутской области для согласования управленческих решений по разработке и реализации Программы «Обеспечение экологической безопасности на территории города Братска на 2019–2021 годы», 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» в 2018 году (письмо № 07-23/22 от 27.04.2022); Администрацией Шелеховского муниципального района для обоснования управленческих решений в рамках полномочий при разработке Дорожной карты по реализации 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 годы (акт внедрения от 22.04.2022); ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области» (акт внедрения от 26.04.2022) и Управления Роспотребнадзора по Иркутской области (акт внедрения от 19.04.2022) для обоснования списка приоритетных веществ, для приоритизации

мероприятий комплексного Плана по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух г. Братска. Применяются ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» при разработке и реализации программ специализированной помощи детскому населению, проживающему на территориях санитарно-гигиенического неблагополучия (акт внедрения от 04.05.2022). Используются в учебном процессе ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера при преподавании вопросов, связанных с гигиеной окружающей среды и здоровьем населения (акт внедрения от 19.04.2022).

Личный вклад автора заключается в определении последовательности, методов и объемов исследований; в апробации предложенного алгоритма; в сборе, анализе и аналитическом обобщении результатов статистической обработки гигиенических, эпидемиологических и углубленных исследований; в формулировании основных положений, выносимых на защиту, выводов по результатам исследования; в разработке практических рекомендаций; подготовке публикаций. Доля личного участия автора в планировании, организации и выполнении исследования для решения поставленных задач составила 85 %.

Публикации. По материалам выполненного исследования опубликовано 14 работ, в том числе 7 статей в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России для публикации основных научных результатов диссертационных исследований; индексируемых в международной базе данных Scopus и наукометрической базе данных RSCI; 2 патента РФ на промышленный образец.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 245 листах машинописного текста. Состоит из введения, аналитического обзора литературы, главы материалов и методов, 4 глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, перспектив дальнейшей разработки темы, приложений. Список литературы включает 278 источников, из них 183 отечественных и 95 иностранных авторов. Работа иллюстрирована 71 таблицей, 18 рисунками.

**ГЛАВА 1 ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ
И ПРОФИЛАКТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ НАСЕЛЕНИЯ,
ПРОЖИВАЮЩЕГО НА СЕЛИТЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ
В ГОРОДАХ С ОСОБО ВЫСОКИМ УРОВНЕМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ
АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА**

**1.1 Современные гигиенические аспекты состояния проблемы
формирования высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха
в городах интенсивного промышленного освоения**

Загрязнение атмосферного воздуха является одной из крупных гигиенических проблем современности. По последним мировым и европейским данным эпидемиологических исследований загрязнение атмосферного воздуха, особенно высокого уровня, в местах постоянного проживания населения является одним из ведущих по величине фактором риска развития неинфекционных заболеваний [94]. Воздействию значительных уровней загрязнения подвержено около 90 % населения, что приводит к преждевременной смерти ежегодно порядка 7 млн человек в мире [261] и 5,6 млн – в Европейском регионе [225]. В информационных бюллетенях Всемирной организации здравоохранения приводятся сведения, что в последнее десятилетие в мире низкое качество воздушной среды вне помещений является причиной смерти около 3,0 млн человек в год, внутри помещений – 4,3 млн человек в год [63, 198, 227, 260]. Ведущими причинами до 55 % смертей являются неинфекционные заболевания (инсульт, рак легких и хронические обструктивные заболевания легких, инфаркт), связанные с загрязнением воздушной среды [191, 214, 218, 222, 226, 230, 240, 248, 259, 266]. Наиболее чувствительными контингентами к воздействию на здоровье, в первую очередь, к химическим компонентам аэрогенной нагрузки, являются женщины фертильного возраста, беременные, дети, пожилые

лица [148, 243, 250]. Проводятся масштабные исследования для углубления понимания основных механизмов негативного воздействия [225, 259, 266].

Проблема стабильного присутствия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и его постоянного влияния на здоровье населения России, как и во всем мире, является чрезвычайно актуальной гигиенической проблемой в многогранном аспекте [51, 133]. На протяжении ряда десятилетий в регионах интенсивной хозяйственной деятельности формировались зоны экологического неблагополучия и накопленного экологического ущерба. В результате порядка в 90 % городов страны отмечается превышение санитарно-гигиенических нормативов загрязнения воздушной среды населенных мест [38]. По причине загрязнения воздуха средняя продолжительность жизни граждан сокращается примерно на один год, а в наиболее проблемных городских поселениях – на четыре года. Следствием этого могут являться ощутимые экономические потери, обострение демографических проблем, социальная и экономическая напряженность в связи со снижением производительности труда и качества жизни населения [3, 11, 81, 105, 107, 162].

Наиболее неблагополучная ситуация в течение длительного периода отмечается в городах и населенных пунктах РФ интенсивного промышленного освоения [13, 31, 67, 73, 74, 161]. Особенности данных территорий является высокая концентрация и стабильное функционирование промышленных хозяйствующих субъектов, характеризующихся значительными мощностями, непрерывным, как правило, вертикально-интегрированным производственным процессом, эксплуатацией большого числа обеспечивающих транспортных средств, расположением производственных линий, не всегда соответствующих требованиям ГОСТ Р ИСО 14001-2016 «Системы экологического менеджмента» [28], в непосредственной близости к границам селитебной застройки. Общая зона воздействия источников выбросов достигает первых сотен квадратных километров, куда, как правило, входит жилая застройка [73]. Комплекс перечисленных обстоятельств и значительные массы выбросов пылегазовых смесей, сопровождающих технологический процесс, при нарушениях требований законодательства в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия обуславливают формирование высо-

кого и экстремально высокого загрязнения атмосферы в селитебной застройке [11, 67, 162]. При этом в зоне экспозиции нередко оказывается большое количество населения, подвергающегося негативному воздействию [67, 199, 211].

Ежегодно на территории страны выделяются города, где проблема загрязнения атмосферного воздуха стоит наиболее остро. По данным регулярных наблюдений ФГБУ «ГГО», из 214 городов, для которых был определен уровень загрязнений по комплексному показателю ИЗА за период 2017–2019 гг., степень загрязнения воздуха оценена как «очень высокая» и «высокая» в 44 городах в 2017 году и в 40 городах в 2019 году (19,1–21,0 % от общего количества городов). Общая численность населения, проживающего в этих городах, 13,5 и 10,6 млн человек соответственно или 12,0 и 9,4 % соответственно городского населения России. Число городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха колебалось от 18 до 22. Общее число жителей в них составляло 5,1 млн в 2017-2018 гг. и 3,3 млн человек в 2019 году [38].

В городах с развитой промышленной инфраструктурой выбросы совокупных эмиссий пылегазовоздушных смесей от источников, связанных преимущественно с деятельностью крупных промышленных предприятий [13, 22, 73, 74, 161], обуславливают не только стабильное поступление в атмосферный воздух селитебной застройки больших объемов, но и широкий спектр выбрасываемых химических веществ. В ряде городов, например, Красноярске, Братске, Норильске, Нижнекамске перечень веществ, выбрасываемых от стационарных источников в атмосферу, включает от 50 до 250 компонентов и более [10, 74, 82, 97]. Основными источниками промышленного загрязнения атмосферного воздуха в городах с особо высокими уровнями по данному показателю являются предприятия, определяющие базовый потенциал экономики, промышленного и коммунального сектора развития страны [13, 161]. К их числу относятся хозяйствующие субъекты, действующие в сфере металлургии, функционирующие, например, в Братске, Магнитогорске, Норильске, Шелехове, Красноярске; лесо- и деревообработки – в Братске, Лесосибирске, Свирске, Черногорске; угледобычи – в Новокузнецке, Черемхово, Чегдомыне; горной добычи – в Кызыле, Норильске, Новокузнецке; про-

изводства целлюлозно-бумажной продукции – в Братске, Селенгинске; энергетики – в Барнауле, Иркутске, Красноярске, Зиме, Улан-Удэ; машиностроения – в Барнауле, Красноярске, Минусинске, Улан-Удэ; химии и нефтепереработки – в Барнауле, Братске, Лесосибирске, Усолье-Сибирском [38].

Уровень и характер загрязнения атмосферного воздуха во многом определяют региональные особенности производства, о чем свидетельствуют данные статистических наблюдений и исследований [2, 72, 130, 140, 141, 158]. Несмотря на определенное снижение степени загрязнения воздушной среды на протяжении 2011–2020 гг., в городах с размещением предприятий алюминиевой промышленности, черной металлургии и теплоэнергетики уровни загрязнения стабильно регистрировались выше на 20 % и более относительно других групп отраслей промышленности [38, 152]. В городах с преимущественным размещением предприятий энергетики уровень загрязнения воздуха за последние 10 лет повысился на 40 %; нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности уровень загрязнения за последние 5 лет повысился на 5–14 %. В городах с предприятиями черной и цветной металлургии, алюминиевой и химической промышленности за 10-летний период отмечается снижение уровня загрязнения на 12–42 % [38, 166].

Существенный вклад в уровень загрязнения воздуха практически всех городов интенсивного промышленного освоения в течение последних десяти лет вносят распространенные загрязняющие вещества, среднегодовые концентрации которых значительно превышают гигиенические нормативы: бенз(а)пирен, взвешенные вещества в том числе PM10 и PM2,5, азота диоксид, серы диоксид, формальдегид, фенол, углерода оксид [10, 38, 101–103, 110, 152, 166]. Содержание указанных веществ, значительно превышает среднероссийские показатели.

По данным Росгидромета в течение последних пяти лет наибольшие уровни превышения допустимых гигиенических нормативов в ряде городов России по среднегодовым концентрациям составляли: по бенз(а)пирену от 8,0 до 19,4 раза (при среднем показателе по городам России 1,5 ПДК), взвешенным веществам от 2 до 5,3 раза (в среднем по России ниже 1 ПДК), взвешенным веществам PM10 от 1,1 до 1,8 раза (в среднем по России 1,0–1,1 ПДК), взвешенным веществам PM2,5

до 1,9 раза (в среднем по России 0,9-1,0 ПДК), по азота диоксиду до 2 раз (в среднем по России ниже 1 ПДК), формальдегиду в 2,1–6,9 раза (в среднем по России 3 ПДК); по сере диоксиду от 1,1 до 1,5 раза (в среднем по России ниже 1 ПДК), углероду оксиду в 1,1–1,5 раза (в среднем по России ниже 1 ПДК) [38]. Доля проб с превышением ПДКс.с. по приоритетным веществам в 2019 году составляла 2,44 %, в 2020 году 0,1–1,3 % [101]. Максимальные концентрации, превышающие допустимый уровень в 10 раз и более, регистрируются по бенз(а)пирену (например, в Братске, Иркутске, Канске, Чите, Улан-Удэ), более 5 раз – по взвешенным веществам (в Новочеркасске, Магнитогорске, Махачкале), взвешенным веществам РМ10 (в Шелехове, Улан-Удэ), азота диоксиду (в Усолье-Сибирском), серы диоксиду (в Норильске). Спектр загрязняющих веществ, вносящих существенный вклад в уровень ненормативного качества атмосферного воздуха, помимо общераспространенных соединений, значительно расширяется за счет специфических примесей, характерных для конкретных видов производств (вклад промышленных источников в загрязнение до 98 %). Например, на городских территориях с размещением градообразующих предприятий металлургической, в том числе алюминиевой, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности (например, в Братске, Ачинске, Шелехове, Красноярске, Лесосибирске и др.) перечень специфических компонентов включает более 25 наименований, что составляет 40–70 % от общего количества выбрасываемых компонентов. К ним относятся соединения металлов (алюминия, хрома (VI), марганца, фтора (газообразные и твердые), хлора, ароматические углеводороды (бензол, этилбензол, фенол, толуол, ксилол), сероводород, метилмеркаптан и др. [102, 103, 110]. По результатам мониторинговых наблюдений в рамках государственной сети СГМ и Росгидромета в 2017–2020 гг. превышения среднегодовой концентрации фторида водорода регистрировались в 1,2–2,2 раза (до 5 ПДКс.с. от 0,1 % до 2,4 % проб), бензола – в 1,4–4,8 раза, хлорида водорода – в 1,1-1,2 раза (в среднем по России ниже 1 ПДК) [38, 101, 102, 110]. Максимальные из разовых концентрации твердых фторидов составляли 1,3 ПДК, фторида водорода – 1,7 ПДК [38].

При практическом отсутствии превышений установленных санитарных норм содержания идентифицируемых металлов в пробах воздуха необходимо учитывать, что твердые частицы пылевых частиц в составе выбросов от источников металлургического и других видов производств могут содержать оксиды таких металлов, как марганец, хром, медь, никель, титан, о чем свидетельствуют публикации ряда авторов [21, 42, 125, 244]. В отдельных исследованиях показано, что при рентгеноспектральном анализе химического состава мелкодисперсных частиц, поступающих в составе выбросов в атмосферу от крупного источника по производству металлургического глинозема, определяются оксид алюминия (массовая доля в частицах разного размера составляет от 1,8 до 21,9 % от общей массы частиц), оксид хрома (доля до 17,0 %), оксид никеля (до 8,6 %), оксид марганца (до 0,7 %) [164]. Это позволяет предполагать, что реальные уровни загрязнения атмосферного воздуха специфическими металлоэлементами значительно выше, чем регистрируемые в рамках мониторинговых наблюдений качества воздуха.

Стабильность острых гигиенических проблем, связанных с ненадлежащим качеством атмосферного воздуха в городах высокого промышленного потенциала, отражается также в перечне городов, вошедших в ФП «Чистый воздух» [129] НП «Экология» на 2018-2024 гг. [128]. В список участников федерального проекта включены 12 городов, а именно: Норильск, Красноярск, Челябинск, Магнитогорск, Омск, Братск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Череповец, Липецк, Чита и Медногорск, характеризующихся размещением крупных металлургических, целлюлозно-бумажных, угледобывающих и др. производств. Ряд из этих городов стабильно входят в «Перечень городов с высоким и особо высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха». По данным ФИФ СГМ в 2019 г. общее количество исследованных проб в 12 городах-участниках проекта составило 36 076, из них с превышением ПДК зарегистрировано 879 (2,44 %). Установлены превышения предельно-допустимых концентраций содержания загрязняющих веществ более 20 наименований: фенол, фтористые газообразные соединения, взвешенные вещества и фракции PM10 и PM2.5, формальдегид, бензол, этилбензол, ксилол, бенз(а)пирен, диАлюминий триоксид, свинец, диЖелезо триоксид, меди (II) ок-

сид, аммиак, сероводород, азота (II) оксид, азота диоксид, углерода оксид, серы диоксид, стирол, формальдегид, углерод (сажа), нафталин [101].

В городах со значительным загрязнением воздушной среды сложившаяся ситуация санитарно-гигиенического неблагополучия распространяется и на другие объекты среды обитания, что усугубляет степень ее напряженности. Под влиянием атмосферных загрязнений происходит формирование химического состава, в том числе, атмосферных осадков, снегового покрова и почвы [17, 32, 33, 124].

Результаты регулярных наблюдений свидетельствуют, что в зонах влияния хозяйственной деятельности крупных субъектов металлургических и целлюлозно-бумажных производств загрязненные атмосферные осадки, например, сульфатами, регистрируются в Норильске (в 2017, 2020 гг. в среднем за год 70,3 и 57,66 мг/л соответственно), Братске (4,02 и 4,83 мг/л), Красноярске (4,19 и 2,22 мг/л); хлоридами в Норильске (4,57 и 4,11 мг/л), Красноярске (0,90 и 0,64 мг/л), Братске (0,82 и 0,82 мг/л); нитратами в Норильске (1,02 и 1,56 мг/л соответственно), Братске (1,51 и 1,45 мг/л), Красноярске (1,45 и 1,13 мг/л) [39]. В твердом осадке снега определяется широкий спектр химических элементов, концентрации большинства из которых превышают фоновые уровни, а именно: бор, иттрий, бериллий, фтор (в 5,5–8 раз); барий, стронций, хром, титан, литий, цинк, медь, никель, фосфор, марганец, лантан, скандий (в 2–5 раз) [73]. Атмосферные выпадения фтористых соединений наблюдались в гг. Братске, Иркутске, Шелехове. В 2020 г. наибольшая среднегодовая плотность выпадений наблюдалась в Братске в Центральной части города (12 км от источников выбросов), где средняя плотность водорастворимых выпадений за год превышала в 17,5 раза фоновый уровень, максимальное значение составило 39,5 раза [102].

Различные компоненты из пылегазовых выбросов и твердого осадка снежного покрова поступают в почву и обуславливают ее загрязнение [34, 61, 68, 156, 180]. Результаты мониторинговых наблюдений [103] и ряда исследований [34, 164, 177] в зоне влияния выбросов источников по производству алюминия свидетельствуют о загрязнении почв бенз(а)пиреном, свинцом, кадмием, никелем и др. По данным ФИФ СГМ в Иркутской области, в 2020 году в верхнем почвенном

покрове селитебных зон, например, в г. Шелехове, обнаружено превышение допустимых уровней содержания никеля в 2,6 раза, меди – в 2,1 раза. Ретроспективный анализ (за 20-летний период) результатов наблюдений в городах с функционированием предприятий по производству алюминия, свидетельствует о сохранении высокого уровня загрязнения фторидами отдельных участков почв (6–11 ПДК), обуславливающего умеренную степень опасности ($Z_c = 22$) для здоровья населения [177].

В городах интенсивного промышленного освоения проблемы формирования значительного загрязнения атмосферного воздуха усугубляются климато-географическими, ландшафтными и планировочными особенностями размещения промышленных объектов [18, 200, 215, 274]. 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. При обсуждении вопроса «О проблемах загрязнения атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах Российской Федерации» [99] отмечалось, что практически все города с особо высоким уровнем загрязнения атмосферы расположены в зоне высокого и очень высокого потенциала загрязнения, определяемого неблагоприятными метеорологическими условиями (высокой повторяемостью мощных приземных инверсий, застойных ситуаций, слабых ветров и полных штилей, туманов и др.). Негативные климатические особенности способствуют накоплению вредных примесей в приземном слое атмосферы и, как следствие, формированию более высоких уровней загрязнения воздушной среды относительно территорий с благоприятными метеорологическими условиями проживания населения. Так, низкий потенциал рассеивания выбросов на территории Восточной Сибири Российской Федерации (города Братск, Красноярск, Чита, Улан-Удэ, Шелехов и др.) способствует повышению и длительному сохранению значительных уровней концентраций загрязняющих веществ в приземном слое воздуха [38, 102].

Необходимо подчеркнуть, что в реальных условиях население селитебной застройки, как правило, подвергается аэрогенному воздействию химических ве-

ществ не при изолированном поступлении каждого компонента, а при комбинированном, так как химическое загрязнение является многокомпонентным. Это означает, что организм человека ежедневно испытывает аэрогенное воздействие, в том числе высоких уровней, смеси химических веществ в различных сочетаниях, что может повышать степень их опасности [43, 69, 205]. Экспериментальными исследованиями доказано, что токсичность комбинаций зависит от смеси химических веществ и может отличаться от их индивидуальной токсичности [204, 249].

Актуальность проблемы оценки комбинированного действия химических соединений общеизвестна [84, 88, 123, 207, 257, 264, 268, 275]. Существующие наработки свидетельствуют, что при оценке комбинированного действия необходимо учитывать сходство и различие химической структуры, механизма токсического действия, таргетность к критическим органам и системам компонентов смеси [228, 264]. В настоящее время при оценке токсического действия нескольких веществ при одновременном поступлении ингаляционным путем применяют такие основные понятия, как «синергизм» или усиление эффекта действия каждого из них в смеси в отличие от токсического действия одного вещества, «антагонизм» – уменьшение эффекта при взаимодействии веществ относительно эффектов при изолированном действии каждого из них [84, 178], а также частные случаи обозначенных эффектов действия («потенцирование», «ингибирование» и др.).

Анализ и обобщение данных, представленных в зарубежных и отечественных источниках, характеризующих перечень и уровни поступления химических веществ в атмосферный воздух городов с высокими уровнями загрязнения, показало, что большая часть веществ относится к чрезвычайно и высокоопасным (1 и 2 класс) [26]. Обладают политропностью общего токсического и специфического (сенсibiliзирующего, кардиотропного, гепатотропного, иммунотропного и др.) действия как на клеточно-молекулярном, так и органном уровнях. Критическими мишенями являются органы и системы жизнеобеспечения, а именно: органы дыхания, почки, печень, сердечно-сосудистая, иммунная система, а также нервная, эндокринная, костная системы [37, 43, 69, 117, 148, 269–273]. Ряд веществ, таких как бенз(а)пирен, формальдегид, бензол, этилбензол, хром, никель, обладают кан-

церогенной активностью [69, 117, 148, 265, 273, 278]. Согласно классификациям Международного Агентства по изучению рака и Агентства по охране окружающей среды, эти вещества относятся к канцерогенам и вероятным канцерогенам для человека [64]. Формальдегид, бенз(а)пирен, соединения фтора (газообразные), марганца, свинца, хрома (VI), взвешенные вещества, бензол, этилбензол обладают также мутагенным действием. Реализация данного эффекта обусловлена прямым или косвенным повреждением молекул ДНК, в том числе за счет продуцирования реактивных форм кислорода, в результате которого происходит модификация, ингибирование репарации и нестабильность генома [58, 175, 193, 221, 270, 272]. Вследствие реализации токсических свойств загрязняющих веществ при ингаляционном поступлении в организм подверженных лиц могут развиваться дополнительные случаи смерти и общесоматических заболеваний, в том числе сочетанных форм патологии и злокачественных новообразований в отдаленные сроки [13, 56, 78, 121, 183].

Таким образом, в городах интенсивного промышленного освоения сложившиеся острые санитарно-гигиенические проблемы, связанные с длительно сохраняющимися особо высокими уровнями многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха, имеющего региональную специфику загрязнений, затрагивающего ряд других объектов среды обитания, а так же климатическая дифференциация являются источником значительных рисков здоровью населения в местах постоянного проживания, а, следовательно, ассоциированных медико-демографических потерь при их реализации. В связи с этим, повышение эффективности митигации негативных последствий здоровью населения, подвергающегося длительному аэрогенному комбинированному воздействию высоких уровней химической нагрузки, приобретает особую значимость. В условиях существующей множественности и неопределенности воздействующих химических факторов риска принципиально важным для повышения адекватности оценок является определение характера совокупных системных нарушений состояния здоровья населения, а так же оценка приоритетности каждого фактора риска с учетом степени его опасности в формировании этих нарушений.

1.2 Современные тенденции состояния здоровья населения в городах с особо высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха и их связь с ведущими аэрогенными факторами риска смертности и заболеваемости

В городах интенсивного промышленного освоения основной вклад в дополнительный уровень смертности и заболеваемости населения, ассоциированных с факторами среды обитания, как и в других регионах России, вносит постоянное химическое загрязнение атмосферного воздуха [17, 100, 132, 155, 189, 213, 252, 253]. При этом особо высокие уровни концентраций многокомпонентных смесей химических веществ в приземном слое атмосферы городских поселений с размещением крупных промышленных объектов формируют неприемлемые неканцерогенные риски здоровью населения [20, 22, 181, 144, 155, 223]. Мишенями воздействия являются органы дыхания, система крови, процессы развития, иммунная, сердечно-сосудистая, нервная, репродуктивная системы. Преимущественными факторами риска (вклад до 61,1–100,0%) являются углерод (сажа), бенз(а)пирен, бензол, диоксид серы, формальдегид, взвешенные вещества, в том числе частицы PM_{2,5} и PM₁₀, никеля оксид и др. [101–103, 236, 277]. Следствием реализации рисков могут являться более выраженные негативные изменения индикаторных, в отношении качества среды обитания, показателей здоровья в виде фактических дополнительных случаев смерти и заболеваний [86, 132, 142, 143, 209, 216, 242].

По данным Росстата в городах с размещением крупных объектов металлургического и целлюлозно-бумажного профиля, например, в Иркутской области (гг. Братск, Шелехов, Лесосибирск, Свирск), показатель общей смертности населения в 2017–2020 гг. держался на уровне 12,9–13,3 сл./1000 населения и превышал среднероссийский показатель (12,4–12,6 сл./1000 населения); с размещением объектов горнодобывающей и угольной промышленности, например, в Кемеровской области, показатель составлял 13,3–14,1 сл./1000 населения и также превышал среднероссийский уровень. Релевантными научно-информационными сведениями показано, что в российских регионах в среднем число дополнительных

случаев смерти от всех причин, ассоциированных с воздействием приоритетных химических примесей атмосферного воздуха селитебных территорий, в 2017–2020 гг. колебалось и составляло в среднем 1,7–5,5 сл./100 тыс. населения [101]. Известным является факт, что в наибольшей степени с негативным воздействием загрязнений воздушной среды может быть связана смертность по причинам болезней органов дыхания, сердечно-сосудистой системы, злокачественных новообразований [101, 142, 143, 188, 216, 235, 239, 237, 238, 248]. Ежегодный макроанализ, проводимый в Российской Федерации, подтверждает, что болезни системы кровообращения, формирующие основной вклад в дополнительную смертность всего населения (например, в 2020 году показатель составил 2,14 сл./100 тыс. населения), имеют устойчивую причинно-следственную связь более чем в 30 % субъектов с загрязнением фенолом, оксидом углерода, бензолом [101]. Дополнительный уровень смерти населения по причине заболеваний органов дыхания составлял в 2017–2020 гг. 1,13–1,72 сл./100 тыс. населения (2,8–4,3 % от фактической смертности по данной причине) и более чем в 50 % субъектов РФ был ассоциирован с воздействием таких загрязняющих атмосферу компонентов, как взвешенные вещества, формальдегид, бензол, фенол, ксилол, соединения фтора, оксиды азота. Дополнительная смертность от злокачественных новообразований в среднем за данный период составила 0,61–1,05 сл./100 тыс. населения (0,2–0,4 %) и ассоциирована с аэрогенным воздействием бенз(а)пирена, формальдегида и свинца в 20 % регионов [101]. Установленные причинно-следственные связи корреспондируют с результатами масштабных (мета-анализ) и отдельных исследований зарубежных и отечественных авторов [101, 197, 219, 188, 208, 209, 229, 238, 241].

Связь заболеваемости населения промышленно развитых городских поселений со стабильным и поликомпонентным загрязнением воздуха вне помещений подтверждается результатами многочисленных и многолетних исследований, в том числе признанных экспертами ВОЗ. Дополнительный уровень заболеваемости от всех причин, обусловленных загрязнением атмосферного воздуха селитебных территорий, в целом по Российской Федерации в 2017–2020 гг. составлял 1032,0–1129,2 сл. /100 тыс. всего населения [101]. Аналогичный показатель для трудоспо-

собного населения составлял порядка 519,9 сл./100 тыс. человек данной категории, детского населения – 2994,3 сл./100 тыс. [101]. Наибольший вклад в формирование дополнительных случаев заболеваемости, ассоциированной с качеством воздушной среды, вносит превышение допустимых уровней по взвешенным веществам, оксидам углерода и азота, формальдегиду, фенолу, фтору и его соединениям, хлору, бензолу, бенз(а)пирену [16, 101, 201, 208, 217, 252, 254].

Результаты динамических оценок свидетельствуют, что структура заболеваемости всего населения в регионах России, ассоциированная с загрязнением атмосферного воздуха, в течение многих лет представлена преимущественно болезнями органов дыхания (порядка 75 % от общего числа случаев дополнительной заболеваемости), органов пищеварения (около 10 %), системы кровообращения и нервной системы (4,5 и 3,0 % соответственно) [101, 131]. Остальные классы болезней вносят, как правило, менее 3 % в структуру ассоциированных случаев болезней.

Нарушения функции дыхательных путей различной степени выраженности развиваются при воздействии повышенного содержания в воздушной среде взвешенных веществ, формальдегида, серной кислоты, оксидов азота, диоксида серы, хлористого водорода, соединений фтора, ксилола, фенола, алюминия, марганца [35, 169, 183, 203, 208, 220, 217, 245, 254]. При воздействии взвешенных веществ в виде аэрозоли наибольшую опасность для органов дыхания представляют микро-размерные дисперсные частицы преимущественно 0,2–5 мкм. В силу малого размера частицы способны достигать глубоких отделов органов дыхания и накапливаться в ткани лёгких [185, 184, 232, 246]. Негативные эффекты, обусловленные длительным ингаляционным поступлением формальдегида, характеризуются раздражением слизистых оболочек глаз и верхних дыхательных путей, сопровождающимся респираторными симптомами, сенсibilизацией, и, как следствие, развитием синдрома бронхоспазма [245]. Повреждающее действие соединений фтора проявляется в виде раздражения слизистых глаз и дыхательных путей с последующим развитием реактивного воспаления конъюнктивы, гортани, трахеи, бронхов вплоть до бронхоспастического состояния. Нарушения функции дыхания, как правило, со-

связаны с дисфункциями сердечно-сосудистой системы по типу нарушений внутрисердечной проводимости и частоты сердечных сокращений, нервной системы – нейроциркуляторной дистонии, иммунной системы в результате активации G-белков и ингибирования синтеза лейкотриена В₄ [52, 87].

Реализация патогенетических механизмов повреждающего действия токсичных веществ, тропных к органам дыхания, подтверждается статистическими данными повышенной распространенности заболеваний органов дыхания, зарегистрированной практически в 50 % субъектов РФ. Оценка заболеваемости населения бронхиальной астмой (астматическим статусом), используемой ВОЗ в качестве индикаторного показателя в отношении состояния среды обитания [216], свидетельствует, что в период 2017–2020 гг. у детей в возрасте до 14 лет порядка 35 субъектов РФ показатель заболеваемости астмой, ассоциированной с качеством атмосферного воздуха, составлял в среднем 4,1–5,6 сл./100 тыс. детей [101–103] и до 1,5–3 раз превышал среднероссийский уровень [101, 142]. В перечень данных субъектов входили, в том числе, регионы с особо высоким уровнем загрязнения атмосферы Иркутской, Челябинской, Кемеровской областей, Красноярского края, Алтайского края, Республики Коми, где показатель дополнительных случаев на 100 тыс. детей в 2017 году колебался от 5,7 до 67,8 [101]. Дополнительная заболеваемость астмой взрослого населения характеризуется близкими по уровню и по приоритетным регионам распространения вышеописанным у детского населения. Одной из возможных причин возникновения данного явления может быть накопленное многолетнее воздействие загрязняющих веществ, негативный эффект которого проявляется уже в детском возрасте [142].

Заболеваемость детей (0–14 лет) хроническим бронхитом, вероятно обусловленная качеством атмосферного воздуха, в 2017–2020 гг. регистрировалась на территориях 23–50 субъектов РФ и составляла 16,6–90,2 дополнительных случаев/100 тыс. детей данной возрастной категории. Наибольшие уровни отмечены в регионах Республики Башкортостан, Свердловской, Иркутской, Оренбургской областей [49, 101]. Детальный анализ ряда авторов показывает, что в условиях негативного длительного аэрогенного воздействия таких токсичных веществ,

как формальдегид, мелкодисперсные частицы, никель, марганец, шестивалентный хром, алюминий у более 80 % детей дошкольного возраста развивается аллергический ринит, у 30 % – хронический бронхит и бронхиальная астма. Коморбидно развивающаяся при этом недостаточность иммунной системы сопровождается практически 2/3 случаев заболеваний органов дыхания [5, 79, 258]. В последнее 10-летие в среднем показатель заболеваемости хроническим бронхитом в ряде городов достигает 1700 сл./1000 детей, что 1,5 раза выше среднероссийского уровня. Бронхиальная астма регистрируется у подростков в 1,6 раза чаще среднерегионального уровня [132]. Большинство представленных веществ обладают свойствами сенсibilизации и повышения специфической чувствительности к воздействию промышленных аллергенов. Эффект повреждающего действия на органы дыхания связан с последующим снижением функциональной активности альвеолярных макрофагов, усилением реактивности бронхов в сочетании с супрессией клеточного звена иммунитета [46, 138, 174, 231].

Обобщения результатов, полученных на основе мета-анализа большого массива данных и отдельных клинико-эпидемиологических работ, выполненных в наиболее проблемных по показателям загрязненного атмосферного воздуха регионах, свидетельствуют, что кроме повышенного уровня заболеваний органов дыхания регистрируются более высокие уровни показателей других видов нарушений состояния здоровья. Так, в городах Сибирского Федерального округа распространенность функциональных расстройств вегетативной и центральной нервной системы у детей до 5,5 раза выше относительно среднерегиональных показателей, врожденных пороков развития у детей и подростков – в 1,4–1,6 раза выше [119, 132, 142]. Хроническое аэрогенное воздействие на население компонентов выбросов от источников металлургических производств – алюминия, марганца, тропных к ЦНС [95, 251, 269], может характеризоваться изменением когнитивных функций и личности, снижением концентрации внимания и памяти, обучаемости [30, 146]. Механизм повреждающего действия алюминия связан с нарушением баланса медиаторов торможения и возбуждения, обеспечивающих передачу нервного импульса в синапсах нейронов центральной и периферической нервной системы, с

вовлечением вегетативных структур [52, 55, 111, 149]. Марганец, в силу цитотоксичности, оказывает прямое повреждающее действие на нейроглиальные клетки головного мозга, нарушаются функции глии. В результате развивается дисбаланс синтеза медиаторов возбуждения и торможения в нейронах, что способствует эксцитотоксичности [205]. В результате окислительного стресса происходит повреждение гематоэнцефалического барьера, усиление проникновения и накопления ионов алюминия и марганца в клетках головного мозга [205]. Ряд исследований описывают влияние ароматических углеводородов (бензола, этилбензола, толуола) на процессы развития, характеризующееся возникновением врожденных дефектов в виде микроцефалии, черепно-лицевых и костных аномалий, нарушения формирования нервной трубки [50]. Нарушения у женщин фертильного возраста репродуктивной функции и процессов развития в виде преждевременных родов, смерти в неонатальном периоде, врожденных аномалий нервной системы плода, доказанно связаны с длительным аэрогенным воздействием углерода оксида и формальдегида [186, 196, 202, 256].

Показано, что у взрослого населения городских селитебных территорий в зонах аэрогенной экспозиции мелкодисперсной фракцией пылевых частиц, фенола, оксидов серы, азота и углерода, регистрируется стабильно высокий уровень распространенности болезней сердечно-сосудистой системы, в том числе гипертонической и ишемической болезни сердца, цереброваскулярных болезней [36, 182, 214]. При систематическом вдыхании твердые микроразмерные частицы воздействуют непосредственно на респираторный тракт и опосредованно на сердечно-сосудистую систему, что может спровоцировать развитие сочетанных форм кардиореспираторных заболеваний [138, 165, 212]. Установлена связь у детей между заболеваемостью органов дыхания, сердечно-сосудистой системы и превышением ПДК в воздухе аммиака и диоксида азота [14, 15].

Эпидемиологическими исследованиями доказано, что длительное аэрогенное воздействие оксида углерода этиопатогенетически связано с негативными эффектами, развивающимися в сердечно-сосудистой системе. К ним относят, например, нарушения внутрисердечной проводимости, недостаточность коронар-

ных артерий, гипоксия и ишемия миокарда [59]. Ингаляционное воздействие смеси веществ, включающей оксид углерода, фенол, бензол, характеризуется нарушениями со стороны форменных элементов крови. Патогенез токсического действия, в этом случае, оксида углерода, связан с его способностью инактивировать гемоглобин с образованием карбоксигемоглобина, следствием чего развивается тканевая гипоксия [262]. В результате проявления пероксидных свойств бензолом происходит повреждение клеточных мембран, развитие воспалительной реакции и, как следствие, дисрегуляция тромбообразования в сосудах [263]. Этиопатогенетические механизмы развития вегетативно-сосудистой дисфункции при ингаляционном воздействии бензола на ЦНС связаны с развитием циркуляторных нарушений вследствие центральной дисрегуляции процессов кровообращения [192].

В условиях загрязнения атмосферного воздуха веществами, обладающими однонаправленным повреждающим действием на органы гастродуоденальной сферы (фенол, бензол, ксилол, этилбензол, хром, никель и др.), повышенный уровень заболеваемости формируется, в первую очередь, у детского населения [80]. Исследование в регионе с функционированием крупных хозяйствующих субъектов металлургического, машиностроительного, нефтеперерабатывающего профиля показало, что прямое цитотоксическое действие металлов на слизистую желудка и двенадцатиперстной кишки обуславливает увеличение в 1,5–2 раза частоты регистрации гастритов и гастродуоденитов, длительное течение которых осложняется эрозивными изменениями с развитием язвенной болезни [23, 89]. При этом характерным является повышение активности цитолиза, процессов окисления и снижения антиоксидантной защиты, развитие иммунного воспаления, нарушение моторно-эвакуаторной функции желчевыводящих путей, отражающих интоксикационный синдромокомплекс. У детей к старшему школьному возрасту распространенность заболеваний органов пищеварения, в том числе печени и желчных путей, увеличивается в 10,0–14,5 раза. Частота регистрации коморбидных им нарушений вегетативной нейрорегуляции и иммуно-дефицитных состояний возрастает в 6,0–6,6 раза [79].

В течение многих лет в регионах с систематическим присутствием в атмосферном воздухе в значительных концентрациях комплекса веществ (например, диоксида азота, фенола, аммиака, взвешенных веществ) регистрируется повышенная распространенность сочетанных форм ведущих видов патологии, характеризующих мультиорганные повреждения как у детского, так и взрослого населения. К характерным сочетаниям относятся заболевания органов дыхания и пищеварения. У всего населения дополнительная заболеваемость доказано связана с экспозицией фенола и диоксида азота, у детского населения – аммиака и диоксида азота [267], фенола и взвешенных веществ [14, 15]. Хроническая экспозиция фтора и его соединений, характерных для выбросов хозяйствующих субъектов металлургических производств, обуславливает повышенный до 1,2–1,4 раза, относительно среднерегиональных показателей, уровень заболеваемости детей болезнями опорно-двигательного аппарата в виде нарушений осанки, деформации стопы; у взрослых – в виде дорсопатии, остеопороза, остеосклероз [40]. Механизм формирования изменений костной ткани при негативном воздействии фтора и его соединений связан с нарушением нервно-мышечной проводимости, дисбалансом кальция и фосфора, усилением сосудистой проницаемости, ингибированием ферментативных процессов [233].

Реализация риска аэрогенного воздействия химических веществ-канцерогенов (бенз(а)пирена, формальдегида, бензола, хрома, никеля и др.) обуславливает повышенный уровень онкологической заболеваемости населения [121, 255]. В конкретном исследовании в регионах Кузбасского угольного бассейна доказана достоверная зависимость частоты регистрации злокачественных новообразований с локализацией в легких и желудке у мужчин и женщин, а также в щитовидной железе и яичниках у женщин от среднегодовой концентрации бенз(а)пирена в атмосферном воздухе. Ретроспективный анализ позволил установить связь заболеваемости от объемов обогащения и переработки угля в металлургической промышленности, коммунальном хозяйстве [3].

Таким образом, в городских поселениях с большой концентрацией производств ведущих отраслей промышленности (металлургической, химической, лес-

ной, целлюлозно-бумажной и др.), хозяйственная деятельность которых обуславливает особо высокий уровень загрязнения атмосферы, в местах постоянного проживания населения отмечаются негативные медико-демографические тенденции. Регистрируются более высокие уровни смертности и хронических заболеваний органов дыхания и пищеварения, сердечно-сосудистой и костно-мышечной систем, врожденных аномалий и злокачественных новообразований и др., ведущих к инвалидизации, потере трудоспособности и снижению качества жизни населения. Приведенные результаты эпидемиологических исследований показывают существенную ущербообразующую роль систематического загрязнения атмосферного воздуха в формировании у детского и взрослого населения дополнительных ассоциированных случаев смерти и заболеваний по приоритетным, в том числе индикаторным, классам болезней.

1.3 Актуальность оценки эффективности мероприятий по снижению рисков здоровью населения в приоритетных городах с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха

Проблема загрязнения атмосферного воздуха и связанных с ним рисков нарушений состояния здоровья населения является чрезвычайно актуальной гигиенической проблемой и требует принятия решений на всех уровнях государственного управления в общемировом масштабе [51, 63, 133, 218, 224]. В Европейском регионе ВОЗ вопросы низкого качества атмосферного воздуха, как ведущей экологической детерминанты нездоровья, сохраняют свою остроту на повестке дня Европейского процесса «Окружающая среда и здоровье». На Шестой министерской конференции по окружающей среде и охране здоровья в Остраве (2017 г.) были определены направления действий в области устойчивого развития, одним из которых являлось улучшение качества воздуха для всего населения [118]. Отмечено, что для разработки эффективных государственных стратегий сокращения

загрязнения атмосферного воздуха на локальном, национальном и глобальном уровнях необходима оптимальная интеграция аспектов здоровья в процесс принятия решений. В частности, подчеркнута значимость согласованности мониторинга качества воздуха и показателей распространения заболеваний, связанных с загрязнением воздуха, в первую очередь, у уязвимых групп населения, включая детей, подростков, женщин и лиц с хроническими заболеваниями. Особое внимание уделено необходимости соблюдения рекомендаций ВОЗ по стандартам качества атмосферного воздуха, показателям здоровья, отражающим качество среды обитания (уровень и динамические тенденции показателей смертности и заболеваемости населения, в том числе частоты врожденных пороков развития, бронхиальной астмы у детей, онкопатологии) [216].

В соответствии с обозначенными проблемами высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха в целом ряде городов интенсивного промышленного освоения, формирующего значительные уровни рисков здоровью населения, в России, как и во всем мире, разрабатываются и реализуются экологические инициативы, программы и планы компенсационных мер, направленных на улучшение качества атмосферного воздуха, а так же на митигацию негативных последствий вредного воздействия на здоровье человека загрязнений воздушной среды, в том числе за счет профилактики и коррекции выявленных нарушений [106, 109, 132, 142]. Для реализации национальных целей и стратегических задач развития страны в 2018 году утвержден Национальный проект «Экология» [128], включающий, в том числе, федеральный проект «Чистый воздух» [129]. Стратегической целью проекта является значительное улучшение качества и состояния атмосферного воздуха в крупных промышленно развитых городах с наиболее неудовлетворительной ситуацией по данной проблеме. Достижение целевых показателей запланировано за счет снижения валового объема выбросов загрязняющих веществ на 20 %. Достижение поставленной цели отражает потенциал улучшения санитарно-эпидемиологической ситуации и минимизацию угроз, связанных с аэрогенным воздействием внешнесредовых факторов, для жизни и здоровья граждан [82].

В целях улучшения состояния атмосферного воздуха ключевое значение имеют мероприятия, направленные не только на снижение выбросов вредных веществ в атмосферу, но и на обеспечение эффективной системы мониторинга и контроля качества атмосферного воздуха с учетом напряженности и особенностей реальной гигиенической ситуации, сложившейся в регионах [2, 67, 76, 139, 157, 163]. Построение системы социально-гигиенического мониторинга оптимальной по актуализированному перечню измеряемых показателей, локализации зоны наблюдений, количеству и размещению репрезентативных точек контроля является залогом получения достоверных и надежных результатов для оценки качества атмосферного воздуха и последующего расчета рисков здоровью [2, 60, 82, 164, 173]. Анализ данных СГМ проводится с применением информационно-аналитических инструментов на основе утвержденных научно-методических подходов к оценке и управлению рисками, методов статистического анализа и математического моделирования причинно-следственных связей для ранжирования и прогнозирования влияния загрязнений на состояние здоровья [122]. Полученные результаты необходимы для проведения оценок эффективности реализации планов воздухоохраных мероприятий, их корректировки и последующего планирования системы регулирующих мер [82].

В настоящее время использование методологии анализа риска здоровью, по мнению ряда авторов, является одним из оптимальных инструментов для решения задач по оценке эффективности и корректировке санитарно-гигиенических и оздоровительных мер [8, 9, 27, 83, 151, 153, 154]. Данные подходы во многих регионах России являются достаточно результативными для обоснования и принятия управленческих решений, направленных на обеспечение надлежащего качества атмосферного воздуха и минимизацию рисков здоровью [7, 9, 96, 126, 135, 155]. Современные концепции оценки риска позволяют выделить приоритетные среды и их контаминанты, что, безусловно, делает управленческие решения более целенаправленными как на популяционном, так и на индивидуальном уровне [144]. Однако накопленный опыт проводимых в России исследований в большей части свидетельствует о том, что по результатам анализа риска в основном можно уста-

новить определение приемлемости для здоровья населения рассчитанных уровней [62, 83, 117, 136, 153, 154]. Поэтапная реализация процедуры оценки риска при воздействии атмосферных загрязнений предусматривает проведение оценок до и после реализации мероприятий, установление остаточного риска с учетом веществ с наибольшим вкладом в риск, оценку эффективности реализованных мер, определение оптимального комплекса мероприятий для обоснования способов управления риском лицами, принимающими решения [1, 9, 51]. В то же время получаемые данные свидетельствуют о необходимости проведения аналитического сопоставления результатов оценки риска и его пространственного распределения в жилой застройке с данными фактической заболеваемости населения, что позволит уточнить зоны наибольшего воздействия факторов риска [134]. В городах с особо высоким уровнем комбинированной аэрогенной экспозиции целесообразным является уточнение полученных расчетных результатов углубленных направленных обследований экспонированного населения, позволяющих выявить риск-реализованные нарушения здоровья в виде дополнительной ассоциированной заболеваемости (причинение вреда). Обозначенный подход позволяет объективизировать результаты оценки расчетных рисков, исключить их аггравацию или недоучет [44, 57, 164, 170]. В ряде случаев специальные исследования могут выявить факторы риска, специфичные для территории и не выявляемые расчетными методами [78]. 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 воздухоохраные (технологические, организационные, санитарно-гигиенические и др.) мероприятия, а недооценка риска – к отсутствию прогнозируемой положительной динамики здоровья подверженного населения при выполнении мероприятий [44, 77, 170]. В целом, поиск и апробация новых подходов к оценке вредного воздействия на здоровье населения загрязнений воздуха в интересах обоснования управленческих решений по устранению и снижению рисков здоровью населения в городах с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха в течение длительного

времени продолжает оставаться предметом многих исследований [7, 47, 70, 92, 118, 151, 136, 168, 254, 276].

Обоснованность и корректность разработки принятия управленческих решений по критериям здоровья подчеркивается в работах ряда авторов [44, 51, 132]. Отмечается чрезвычайная актуальность оценки эффективности мер, направленных на снижение рисков или устранение негативных последствий причиненного вреда здоровью населения, проживающего в городах со значительным загрязнением атмосферного воздуха [51, 70, 132]. Показано, что для оценки достаточности и адекватности планируемых или внедренных мероприятий необходимо проводить комплексную оценку результатов углубленных медицинских исследований нарушений здоровья для доказательства реализации рисков как на индивидуальном, так и на групповом уровне, сопоставление перечня веществ, практически участвующих в риск-реализованных нарушениях здоровья экспонированного населения, с компонентным составом планируемых к снижению валовых выбросов по конкретным веществам [70]. Выделение пространственно-распределенных зон неприемлемого риска в местах проживания населения, оценка вклада отдельных хозяйствующих субъектов в риски для здоровья, оценка остаточного риска после выполнения как отдельных санитарно-гигиенических мероприятий, так и всей совокупности мер, проведение сопоставительных эпидемиологических и углубленных медико-биологических исследований для формирования надежной доказательной базы отсутствия или причинения вреда здоровью населения позволят обеспечить не только нормативное качество атмосферного воздуха, но и минимизировать негативные последствия воздействия многокомпонентного загрязнения, специфичного для каждого города, для здоровья населения [48]. Применение в анализе причинно-следственных связей системы биомаркеров экспозиции и негативных эффектов для оценки степени фактической реализации рисков повышает точность расчетных оценок [53, 90, 195, 234].

Оценка результативности проводимых в настоящее время санитарно-гигиенических мер, направленных на повышение качества воздушной среды и снижение рисков здоровью населения в местах постоянного проживания, свиде-

тельствуют об их эффективности. Подтверждением этого являются результаты предварительного анализа динамических тенденций качества атмосферного воздуха в наиболее проблемных регионах РФ за период 2017–2020 гг. Показано некоторое смягчение напряженности сложившейся ситуации. По итогам 2020 года снизилась доля городов (на 22,7 %) с особо высоким уровнем загрязнения воздушной среды. В таких городах, как Абакан, Братск, Лесосибирск, Новокузнецк уровень загрязнения снизился с «очень высокого» до «высокого» [101].

В комплекс компенсационных мероприятий, направленных на митигацию рисков, входят адресные медико-профилактические меры, предусматривающие предупреждение и устранение негативных последствий со стороны здоровья, ассоциированных с реализацией риска [75, 91, 109, 147, 150]. В настоящее время этот подход приобрел широкую востребованность на территориях с высокими уровнями загрязнения воздушной среды Красноярского края, Иркутской области, Республики Бурятия и др. Достигнута высокая результативность предложенных мер в отношении профилактики приоритетных заболеваний, ассоциированных с воздействием аэрогенных факторов риска, как на индивидуальном, так и групповом уровне. К их числу относится дополнительная заболеваемость населения болезнями органов дыхания, иммунной, сердечно-сосудистой, нервной, костно-мышечной систем, онкологических заболеваний [4, 50, 51, 159]. Научно-методические подходы к обоснованию и организации профилактической помощи населению базируются на специально разработанных и апробированных технологиях оказания специализированной медицинской помощи детскому и взрослому населению, проживающему в зонах неприемлемого риска здоровью [4, 45, 46, 50, 91, 171]. Реализация мероприятий осуществляется комплексными программными средствами при поддержке региональных и муниципальных органов власти.

При оценке предотвращенных ущербов и экономической эффективности выполнения комплекса санитарно-гигиенических и адресных медико-профилактических мероприятий в крупных промышленно развитых городах в качестве информационной основы используются задачи, обозначенные к решению и целевые показатели, запланированные к достижению. С учетом значительности и

особенностей мероприятий, направленных на обеспечение надлежащего качества воздушной среды, осуществляется выбор показателей для оценки результативности и экономической эффективности комплексных мер, предусмотренных для конкретного городского поселения, направленных на профилактику рисков здоровью и негативных последствий его реализации [127]. Такой подход обеспечит действенное направленное движение в сторону улучшения медико-демографических показателей, повышения качества и увеличения продолжительности жизни населения городов с острыми гигиеническими проблемами [132].

Несмотря на имеющиеся наработки по оценке качества атмосферного воздуха и формируемого недопустимого риска здоровью населения, обуславливающего гигиенические проблемы здоровьесбережения, не исследованы в достаточной степени вопросы обоснования научно-методических подходов к организации и выполнению гигиенических и медико-биологических исследований, позволяющих, в том числе, установить причинно-следственную связь детерминированности нарушений состояния здоровья с аэрогенным воздействием компонентов выбросов крупных хозяйствующих субъектов у лиц, проживающих в зонах высоких уровней неприемлемого риска. Необходимым является повышение точности гигиенических оценок для детального и объективного выделения гигиенических проблем, сформированных значительным поступлением многокомпонентных смесей. На основе биомаркерной диагностики выявление особенностей нарушений здоровья, доказано связанных с воздействием факторов аэрогенной экспозиции, для задач адекватной оценки расчетных и реализованных рисков является особо важным этапом в условиях высоких уровней загрязнения воздушной среды.

Не в полной мере остаются изученными вопросы обоснования приоритетных веществ, поступающих одновременно в организм и обладающих политропным действием, с учетом их наибольшего негативного воздействия на критические органы и системы. Целесообразным для этого является применение результатов углубленных исследований экспонированных чувствительных групп населения, позволяющих детализировать негативные эффекты, развитие которых ассоциировано с воздействием повышенных уровней токсичных веществ в биосре-

дах. Для повышения точности и адекватности гигиенических оценок исследования целесообразно проводить в зонах наибольшего воздействия, выделенных по результатам их пространственного распределения с учетом данных социально-гигиенического мониторинга. Необходимо развитие методических подходов к анализу рисков в сопряжении с фактической заболеваемостью населения, что позволит повысить объективность оценок рисков и получить представление о реальной сложившейся на территории медико-демографической ситуации.

Оценка эффекта и эффективности реализации комплекса мер, направленных на снижение и предотвращение реализации рисков здоровью, с использованием не только санитарно-гигиенических показателей, но и показателей фактической динамики заболеваемости, биомониторинга позволит повысить обоснованность и целенаправленность рекомендаций по санитарно-гигиеническим и медико-профилактическим мерам для лиц, принимающих управленческие решения по снижению гигиенических проблем и рисков здоровью.

Обозначенная проблематика является типичной и в полной мере значимой для города Братска Иркутской области, характеризующегося размещением и функционированием крупных хозяйствующих субъектов металлургической и целлюлозно-бумажной отраслей промышленного производства, пылегазовые выбросы которых формируют особо высокие уровни загрязнения атмосферного воздуха. Существующие гигиенические проблемы и связанные с ними риски здоровью экспонированного населения, развитие фактических риск-реализованных нарушений здоровья, требует принятия адекватных и надежных оптимизационных решений, направленных на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия.

На основании вышеизложенных проблем определены основные направления и дизайн настоящего исследования.

ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДЫ И ОБЪЕМ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа запланирована и выполнена на базе Федерального бюджетного учреждения науки «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Для достижения сформулированной цели исследования решение поставленных задач выполнено с помощью методологии, реализованной в виде научно обоснованного алгоритма действий по организации и проведению исследований, позволяющих выявить (доказать) факты риск-реализованных нарушений здоровья (заболеваний) у лиц, проживающих в зоне наибольшей аэрогенной экспозиции (Рисунок 2.1). Апробация представленного алгоритма выполнена на одной из промышленно развитых городских территорий с особо высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Использован комплекс адекватных санитарно-гигиенических, социологических, углубленных медико-биологических, статистических, экономических методов. Использована методология оценки уровня и допустимости рисков здоровью при аэрогенном воздействии химического фактора; методы пространственно-временного моделирования с помощью ГИС-инструментов и анализа; направленные углубленные медицинские исследования химико-аналитическими, биохимическими, иммунологическими, гематологическими, клиническими, функциональными и инструментальными методами; математическое моделирование причинно-следственных связей и системный биомаркерный анализ; оценка экономических последствий и эффективности мероприятий.

Объектами исследования являлись два крупных хозяйствующих субъекта, осуществляющих производство алюминия и целлюлозно-бумажной продукции и являющихся источниками формирования загрязнения воздушной среды селитебной территории в зоне одновременного воздействия (на примере г. Братск Иркутской области); качество атмосферного воздуха и связанный с ним риск здоровью; состояние здоровья детского и взрослого населения в зонах аэрогенной экспози-

ции ведущих факторов риска; эффективность мер по снижению риска здоровью и его реализации.

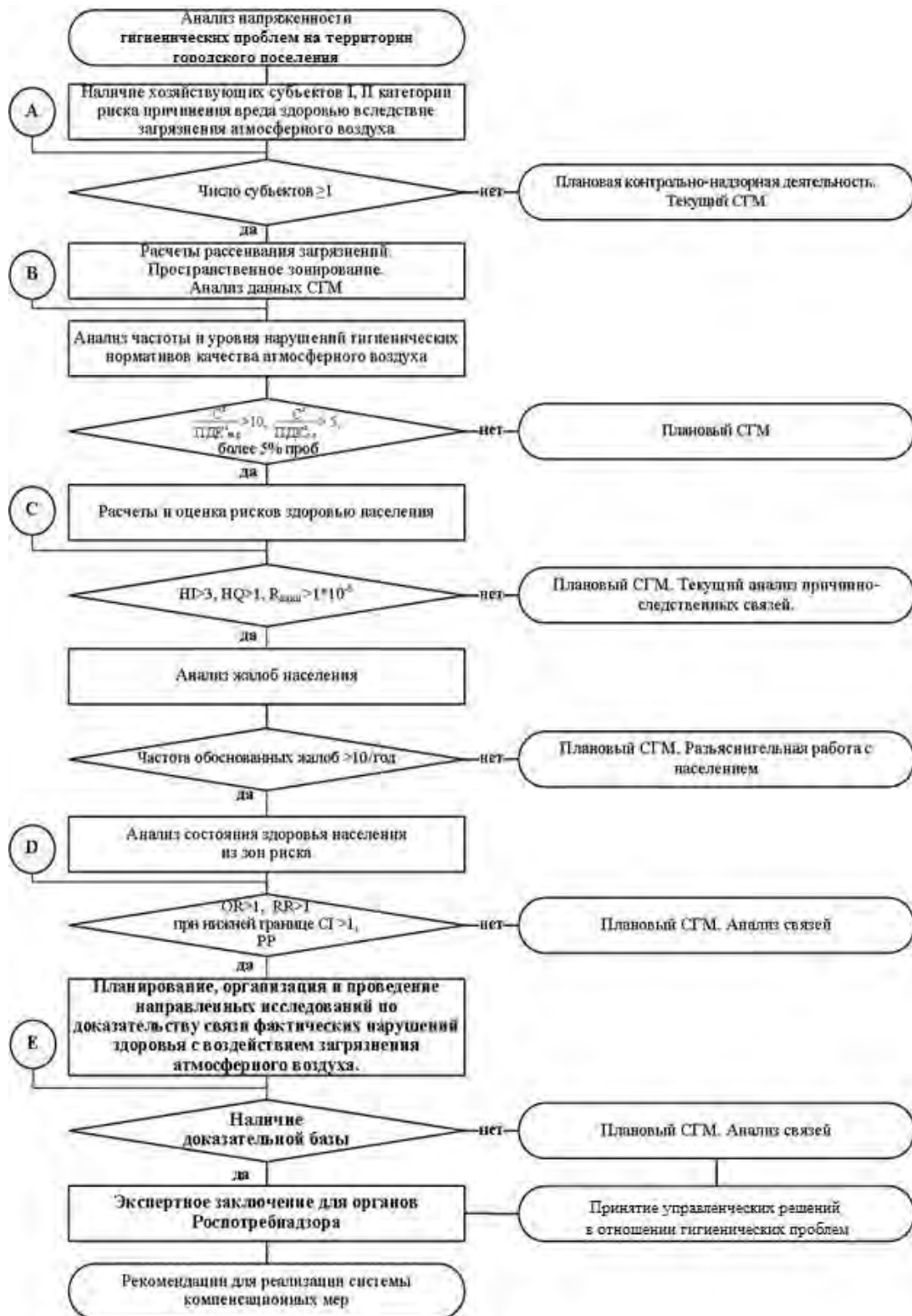


Рисунок 2.1 – Алгоритм действий по установлению и доказательству связи выявленных и риск-реализованных нарушений здоровья с аэрогенным воздействием химических факторов

Предметом исследования являлись: деятельность исследуемых хозяйствующих субъектов по потенциальному риску причинения вреда здоровью; качество атмосферного воздуха, почвы, снежного покрова, питьевой воды, пищевых продуктов; параметры уровня и полей распределения формируемого ингаляционного риска здоровью, критические органы и системы; анкеты, карты клинического осмотра детей, протоколы функционального и инструментального обследования; результаты общеклинического, биохимического, иммунологического, химико-аналитического анализа; пробы биосубстратов (цельная кровь, плазма, сыворотка, моча, назальный секрет, буккальный эпителий); параметры причинно-следственных связей для оценки негативных последствий клеточно-молекулярных и системных нарушений при реализации здоровью.

Направления, объекты, материалы, методы и объемы исследования представлены в Таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Направления, объекты, материалы, методы и объем исследований

Направления, объекты, материалы	Методы исследований	Объем и длительность исследований
1	2	3
<p>Качество объектов среды обитания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>атмосферный воздух</i> по данным Братского ЦГМС, ФБУЗ «ЦГиЭ в Иркутской области» в городе Братске и Братском районе; - <i>снежный покров, атмосферные осадки</i> по данным Братского ЦГМС; - <i>почва</i> по данным ФБУЗ «ЦГиЭ в Иркутской области» в городе Братске и Братском районе; Братского ЦГМС; - <i>питьевая вода</i> ЦХПВ по данным ФБУЗ «ЦГиЭ в Иркутской области» в городе Братске и Братском районе; - <i>пищевые продукты</i> по данным ФБУЗ «ЦГиЭ в Иркутской области» в городе Братске и Братском районе 	<p>Гигиеническая оценка качества объектов среды обитания по содержанию химических примесей на соответствие гигиеническим нормативам РФ.</p> <p>Сравнительный анализ качества объектов среды обитания территории исследования и территории сравнения</p>	<p>2 территории:</p> <p><i>г. Братск</i>: 40 000 разовых и среднесуточных проб атмосферного воздуха (12 стационарных точек контроля, 19-29 веществ) за 2014-2018 гг.; 3 точки контроля снежного покрова (1 вещество), атмосферных выпадений (7 веществ) за 2014-2015, 2018 гг.; 482 пробы почвы (5 точек контроля, 7 веществ) за 2014-2018 гг.; 3 193 пробы питьевой воды ЦХПВ (26 точек контроля поверхностного и подземного водоисточников, 26 веществ) за 2014-2018 гг.; 1041 проба пищевых продуктов (4 вещества) за 2014-2018 гг.</p> <p><i>пгт Листвянка Иркутской области</i>: 525 разовых и среднесуточных проб атмосферного воздуха (2 стационарных точки контроля, 19 веществ); 6 проб почвы (2 точки контроля, 7 веществ); 1 точка контроля снежного покрова, атмосферных выпадений (7 веществ); 708 проб питьевой воды (10 точек контроля, 26 веществ) за 2014-2018 гг.</p> <p>130 тыс. единиц информации</p>

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
Категорирование хозяйствующих субъектов по потенциальному риску причинения вреда здоровью: реестр ЮЛ/ИП (количество производственных объектов на 2018 г.), форма № 1-ЮР государственной статотчетности «Сведения о работе по госрегистрации юридических лиц»	Определение категории потенциального риска причинения вреда здоровью в соответствии с МР 5.1.0116-17	Сведения по видам деятельности 2 хозяйствующих субъектов» за 2014-2018 гг.: ПАО «РУСАЛ Братск» и Филиал ОАО «Группа «Илим» в Братске, 6 видов деятельности; 9 значений показателя потенциального риска причинения вреда здоровью (R). 100 единиц информации
Канцерогенный и неканцерогенный риск здоровью экспонированного населения. Вклады химических веществ и градообразующих хозяйствующих субъектов в риск здоровью. Численность и структура населения под воздействием в зоне неприемлемого риска	Оценка канцерогенного и неканцерогенного риска здоровью по методологии оценки риска (CR, PCR, HQ, HI> THI). Расчет долевого вклада химических веществ и источников загрязнений атмосферного воздуха в риск здоровью. Расчет численности населения под воздействием на основе пространственно-временного анализа с использованием ГИС-технологий	г. Братск: 38 веществ: 35 потенциально опасных веществ; 35 HRI, 9 HRIc; 16 CR для 7 веществ, 1 PCR; 78 HQ, 44 HI, 28 THI; 14 вкладов приоритетных веществ в HI; 84 вклада объектов среды в THI; 16 вкладов предприятий в HI. пгт Листвянка: 17 веществ, 10 CR для 5 веществ, 1 PCR; 34 HQ, 28 HI; 13 вкладов веществ в HI; 9 показателей численности населения под воздействием. 1381 единиц информации
Состояние здоровья населения в зоне неприемлемого риска: жалобы населения на неудовлетворительные условия проживания; смертность (структура причин) по статистической отчетной форме С-51 "Распределение умерших по полу, возрастным группам и причинам смерти"; заболеваемость по классам болезней по форме Федерального стат. наблюдения № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации», по обращаемости населения за медицинской помощью	Статистический анализ структурно-динамических показателей, смертности, заболеваемости. Расчет темпа прироста	г. Братск, пгт Листвянка: структура общей и впервые выявленной неинфекционной заболеваемости по 14 классам болезней за 2014-2018 гг. в разрезе дети (0-14 лет), взрослые (от 18 лет и старше). Обращаемость за медицинской помощью за 2016-2018 гг.: г. Братск – 24 887 детей 4-17 лет, 108 344 взрослых 18-60 лет; пгт Листвянка – 439 детей, 1990 взрослых; 20 855 единиц информации
Заболеваемость, ассоциированная с факторами риска (реестр оплаченных случаев заболеваний в системе ТФОМС). Экономический ущерб	Эпидемиологический анализ: расчет отношения шансов и доверительного интервала (OR, DI), отношение рисков (RR), дополнительных случаев заболеваний, ассоциированных с факторами риска	г. Братск и пгт Листвянка: обращаемость за медицинской помощью 2016-2018 гг.: г. Братск – 24 887 детей 4-17 лет, 108 344 взрослых 18-60 лет; пгт Листвянка – 439 детей, 1990 взрослых. г. Братск: 11 OR и DI, 11 RR; 36 моделей зависимости для 13 веществ; 11 показателей дополнительных случаев заболеваний у взрослых и детей; 34 значения по 4 показателям экономических потерь. 20 130 единиц информации

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
Состояние здоровья населения из зоны наибольшего неблагоприятного риска здоровью (на базе углубленных медицинских исследований)	Методы химико-аналитического контроля содержания химических веществ в биосредах: ВЭЖХ, газовая хроматография, масс-спектрометрия, ион-селективная потенциометрия. Социологический опрос (раздаточное анкетирование), клинические, функциональные, инструментальные, иммунологические, биохимические, цитогенетические, иммуноферментные, общеклинические, цитологические методы. Методы регрессионного анализа при статистическом моделировании причинно-следственных связей в системе «экспозиция химических факторов – маркер экспозиции – маркер негативного эффекта»	Углубленное обследование и анализ результатов, выполненных в 2016-2017 гг.: протоколы клинического осмотра 189 детей 4-7 лет, 90 взрослых 22-48 лет (группа наблюдения) и 45 детей, 22 взрослых (группа сравнения); 17 веществ в биосредах: 15 – в крови, 2 – в моче, 5 536 элементоопределений; 54 006 исследований по 156 лабораторным показателям; 9 688 инструментальных и функциональных исследований по 28 показателям; 346 анкет. 67 моделей зависимости: 8 биомаркеров экспозиции, 19 биомаркеров эффекта, 20 негативных ответов. 265 тыс. единиц информации
Эффективность мер по снижению риска и негативных последствий здоровью населения: качество атмосферного воздуха по данным наблюдений филиала ФБУЗ «ЦГиЭ в Иркутской области» в городе Братске и Братском районе»; по результатам оценки заболеваемости детей и взрослых до и после проведения адресных лечебно-профилактических мероприятий	Гигиеническая оценка содержания приоритетных примесей в атмосферном воздухе. Оценка контрольно-надзорной деятельности, Комплексного плана мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, плана проведения СГМ. Сравнительный анализ показателей длительности и частоты заболеваний, содержания токсичных веществ в биосредах детей в динамике. Метод раздаточного анкетирования. Методика расчета предотвращенных потерь. Оценка экономической эффективности лечебно-профилактических мероприятий	<i>Оценка эффективности</i> за 2018-2020 гг.: г. Братск – 12 химических веществ в атмосферном воздухе в период 2018-2020 гг. Комплексный план мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух г. Братска на 2018-2024 гг. План проведения СГМ ФБУЗ «ЦГиЭ в Иркутской области» в городе Братску в 2018-2020 гг. Контрольно-надзорные мероприятия Управления Роспотребнадзора по Иркутской области в 2017-2020 гг. Заболеваемость, содержание 15 веществ в биосредах 100 детей г. Братска в 2016 и 2020 гг. Анкетирование 15 детей в ка-тамнезе (в 2021 году). 2000 единиц информации
		Всего ~ 500 тыс. единиц информации

Гигиеническая оценка качества и состояния атмосферного воздуха в жилой застройке г. Братск выполнена по данным мониторинга в репрезентативных точках размещения стационарных постов Братского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиала ФГБУ «Иркутское Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (5 стационарных постов наблюдений за загрязнением атмосферы: ПНЗ №№ 2, 3, 7, 8, 11), а также по данным филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области» в г. Братске и Братском районе (7 стационарных постов наблюдений: точки

№№ 46, 83, 85, 86, 462, 463). Особое внимание уделяли качеству атмосферного воздуха в зоне одновременного воздействия влияния выбросов, связанных с деятельностью двух хозяйствующих субъектов: ПАО «РУСАЛ Братск» (производство алюминия) и Филиал ОАО «Группа «Илим» в Братске (производство целлюлозно-бумажной продукции). Обозначенной зоной является Центральный территориальный округ города (ЦТО), где на расстоянии от 2 до 11 км от промышленных площадок предприятий размещено 2 поста наблюдения УГМС (ПНЗ № 7, ПНЗ № 8, Рисунок 2.2а) и 7 постов наблюдения Роспотребнадзора (Рисунок 2.2б). Всего в период 2014–2018 гг. контролировали содержание от 19-ти до 29-ти загрязняющих веществ, поступающих в составе суммарных выбросов в атмосферу, в том числе: 5-ти общераспространённых (основных) примесей (взвешенные вещества, азота оксид и диоксид, серы диоксид, углерода оксид); 24-х специфических для выбросов конкретных предприятий (бенз(а)пирен, формальдегид, бензол, этилбензол, ксилол, толуол, фенол, метанол, сероводород, сероуглерод, фтористый водород, фториды твердые, скипидар, хлор, диметилдисульфид, диметилсульфид, метилмеркаптан, алюминий, хром (VI), марганец, железо, никель, медь, свинец).

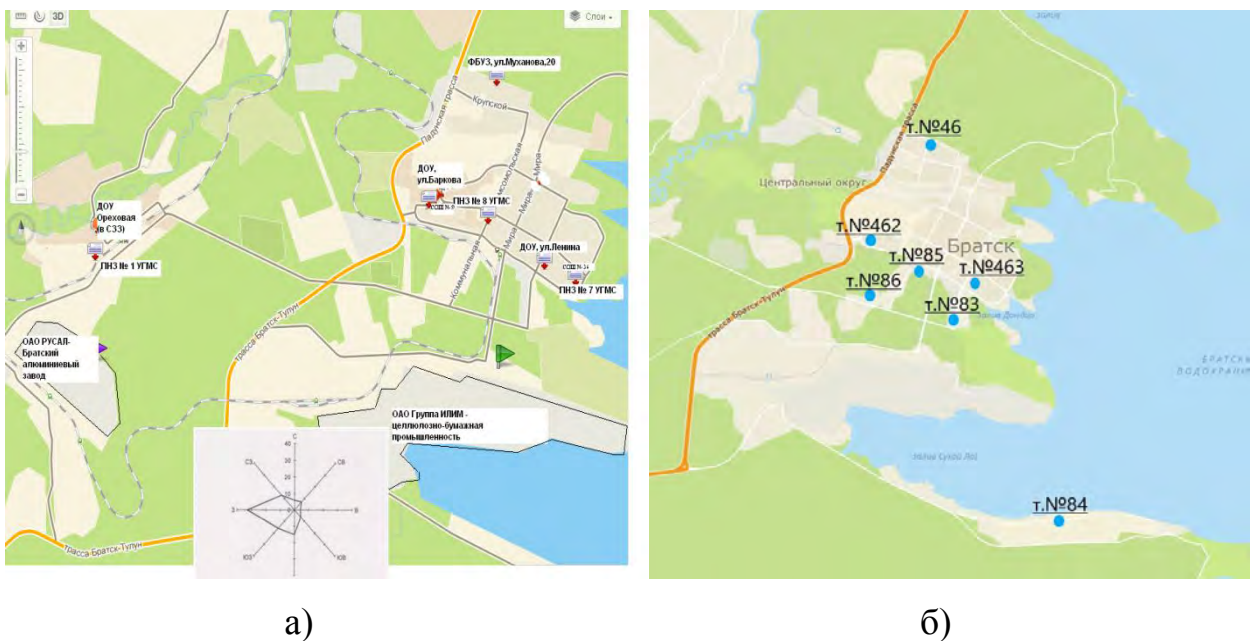


Рисунок 2.2 – Размещение стационарных постов наблюдений:
 а – Братского ЦГМС, б – Филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии
 в Иркутской области» в городе Братске и Братском районе

Общий объем исследований составил порядка 40 000 проб. В качестве средней за период наблюдений концентрации использовали среднее арифметическое значение из «значимых» концентраций (выше нижнего предела определения, предусмотренного методикой, выше «нпо»). Оценку среднегодовых, максимальных из разовых и разовых концентраций 95%-ной обеспеченности каждой примеси выполняли в соответствии с ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений».

Гигиеническая оценка загрязнения снежного покрова, как индикатора загрязнения атмосферного воздуха в зимний период, выполнена по содержанию фторидов по данным ФГБУ «Иркутское УГМС», полученным в 3 точках импактного мониторинга в период 2014-2015 гг.; по содержанию 7 веществ (фториды, свинец, никель, медь, марганец, железо, цинк) – в 11 точках в 2018 г. Оценка выпадения загрязнений с атмосферными осадками выполнена по содержанию фторидов по данным ФГБУ «Иркутское УГМС», полученным в 3-х точках мониторинга в 2014-2015 гг. Оценка загрязнения почвы, как индикатора загрязнения атмосферного воздуха, выполнена по содержанию 7 веществ (алюминий, марганец, свинец, никель, хром, фтор, бенз(а)пирен) по данным ФБУЗ «ЦГиЭ по Иркутской области» в городе Братске и Братском районе, полученным в 5 точках наблюдений в 2014-2016 гг. (Рисунок 2.3а). Оценку качества почв выполняли в соответствии с ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве» или ГН 2.1.7.2511-09 «Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве», с п. 6.1. МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест». Степень опасности загрязнения почвы оценивали по каждому веществу на основании расчета отношения концентрации вещества в почве к его величине ПДК ($K_0 = C/ПДК$), учитывая чем больше $K_0 > 1$, тем опасность загрязнения выше (п. 6.2. МУ 2.1.7.730-99).

Для оценки сопоставимости уровней воздействия мешающих факторов, выполнена оценка качества питьевой воды ЦХПВ, подаваемой населению из поверхностного и подземного водоисточников, и пищевых продуктов, реализуемых

через торговую сеть города. Использовали данные филиала ФБУЗ «ЦГиЭ в Иркутской области» в городе Братске и Братском районе, полученные в рамках СГМ по 15 веществам в питьевой воде в 26 точках контроля (алюминий, марганец, железо, медь, никель, свинец, хром, цинк, метанол, сероводород, фенол, фтор, этилбензол, ксилол и толуол) и 4 веществам в почве (бенз(а)пирен, свинец, медь, цинк). Перечень анализируемых веществ был адекватным загрязняющим примесям атмосферного воздуха в 2014–2018 гг. (Рисунок 2.3б). Оценку качества питьевой воды выполняли в соответствии с ГН 2.2.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования»; качества пищевых продуктов – в соответствии с СанПиН 2.3.2.1078-01 (в ред. 06.07.2011 г.) «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» и ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции».

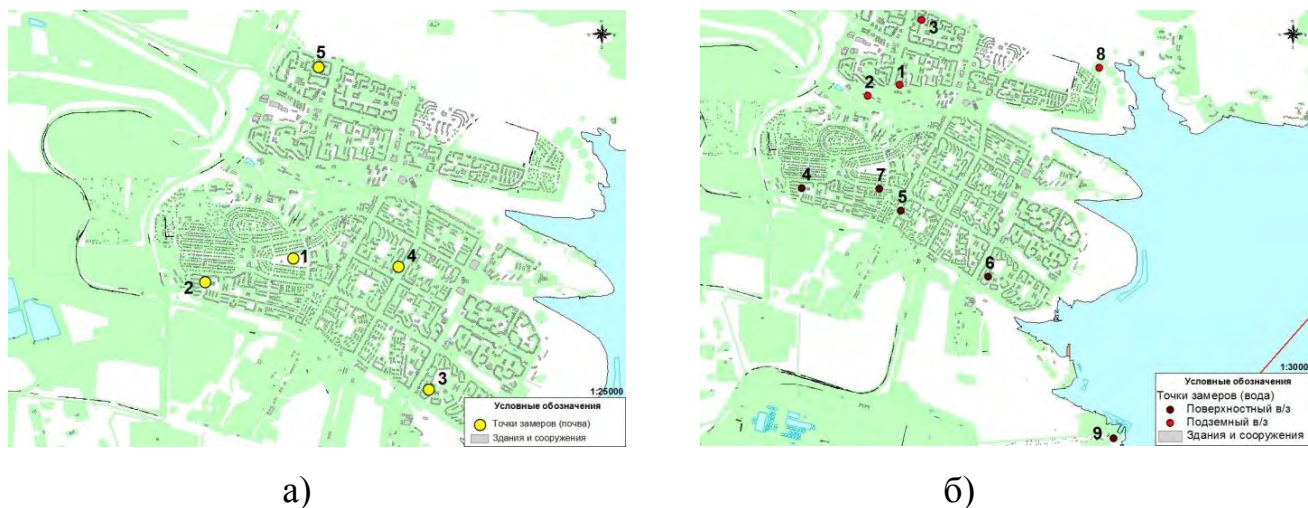


Рисунок 2.3 – Расположение точек отбора проб Филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области» в городе Братске и Братском районе на территории г. Братск: а) пробы почв, б) пробы питьевой воды

Категорирование видов производственной деятельности изучаемых хозяйствующих субъектов по потенциальному риску причинения вреда здоровью выполнено на основании МР 5.1.0116-17 [145]. Информация по видам деятельности использована из Федерального Реестра ЮЛ/ИП [108, 112], по форме отраслевого

статистического наблюдения 1-17 «Сведения о результатах осуществления федерального государственного надзора» (на 01.09.2018).

Оценка канцерогенного и неканцерогенного рисков здоровью населения селитебной застройки в зоне одновременного воздействия выбросов от источников изучаемых производств выполнена по Руководству 2.1.10.1920-04 [148]. Неканцерогенные риски оценивали по индексу неканцерогенной опасности (НИ), принимая в качестве приемлемого величину $НИ \leq 1,0$; канцерогенные риски – по показателю индивидуального дополнительного канцерогенного риска (RC), принимая в качестве допустимого диапазон $10^{-6} \leq RC \leq 10^{-4}$. Выбор веществ для оценки рисков основывался на результатах идентификации потенциальной опасности. Анализ данных о фактических выбросах загрязняющих веществ в атмосферу выполнен по форме государственной статотчетности 2-ТП (воздух) «Сведения об охране атмосферного воздуха» за 2016–2018 гг. для ПАО «РУСАЛ Братск» и ОАО «Группа «Илим» в Братске), представленной Иркутскстатом; данных инвентаризации источников выбросов промышленных предприятий. Для расчета острого и хронического неканцерогенного риска при ингаляционном поступлении использовали среднегодовые и максимальные концентрации веществ по результатам расчетов рассеивания приземных концентраций в атмосферном воздухе, верифицированных данными натурных исследований в 12 100 расчетных точках. При поступлении потенциально опасных веществ дополнительно с питьевой водой и почвой риск оценивали при их многосредовом воздействии. Численность и возрастную структуру населения в зоне недопустимого риска ($НИ > 1$) оценивали на основе пространственно-временного моделирования распространения полей расчетного риска на территории г. Братска.

Оценка долевого вклада химических веществ и источников изучаемых хозяйствующих субъектов в формирование рисков здоровью населения селитебной застройки ЦТО г. Братск (всего 850 стационарных источников, из них 316 – ОАО «РУСАЛ Братск», 392 – ОАО «Группа ИЛИМ» в Братске) выполнена по оригинальной методике зонирования селитебной территории по величине долевого

вклада в риск¹ [12]. Дополнительно учли выбросы филиала ТЭЦ-6 ОАО «Иркутскэнерго» (61 источник) и автотранспорта (59 источников), оказывающих влияние на селитебную застройку ЦТО города. Реализация методики выполнена по данным инструментальных замеров на стационарных постах наблюдения Росгидромета и/или СГМ и по результатам расчетов рассеивания 28 компонентов выбросов от источников с использованием ГИС-технологий, программы «Эколог-Город», реализующей методику МРР-2017 [85].

Анализ 150 жалоб населения на неудовлетворительные условия проживания, зарегистрированных в Реестре обращений граждан в органы государственной власти и местного самоуправления территории, выполнен за 2010-2016 гг. Сравнительный анализ и оценка показателей смертности (структура причин) населения и заболеваемости выполнены по данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Иркутской области за 2014-2018 гг. Анализ заболеваемости населения (структура, распространенность, общая и первичная заболеваемость, динамические тенденции) выполнен в разрезе дети (0–14 лет), взрослые (от 18 лет и старше) по данным государственной статотчетности за 2014–2018 гг., выкопированных данных ФОМС по Иркутской области о фактической обращаемости за медицинской помощью за 2016–2018 годы.

Связь заболеваемости населения с воздействием загрязняющих веществ оценивали по эпидемиологическим критериям (OR, RR, CI, PP) [172] по данным обращаемости за медицинской помощью в 2016–2018 гг.

Популяционный риск рассчитывали по формуле:

$$PP = PP \times \text{численность населения}, \quad (2.1)$$

где PP – популяционный риск, характеризующий число дополнительных случаев заболеваний на 1000 населения, прогнозируемых на следующий год при сохранении текущего уровня воздействия изучаемого фактора риска;

¹ Методика разработана и исследования выполнены в отделе системных методов санитарно-гигиенического анализа и мониторинга (зав. отделом д.м.н. С.В. Клейн) ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»

PP – разница рисков, показывающая на сколько повышается заболеваемость в присутствии изучаемого фактора.

Для расчета разницы рисков (PP) проводили моделирование зависимости вероятности развития заболевания у детей и взрослых (по данным обращаемости за медицинской помощью) от уровня экспозиции фактора в атмосферном воздухе с использованием модели логистической регрессии:

$$P = \frac{1}{1 + e^{-c_0 + c_1 x}}, \quad (2.2)$$

где P – вероятность развития заболевания;

x – экспозиция (концентрация вещества в атмосферном воздухе, мг/м³);

c_0, c_1 – параметры регрессионной модели.

Проверку статистических гипотез относительно параметров регрессионных моделей проводили с использованием дисперсионного анализа по F -критерию Фишера, коэффициенту детерминации (R^2) и t -критерию Стьюдента. Адекватность и достоверность оценивали для уровня значимости $\leq 0,05$ [24].

Расчет разницы рисков (PP) развития заболеваний у взрослого и детского населения территории наблюдения и сравнения проводили с использованием среднегодовой концентрации каждого компонента загрязнения атмосферного воздуха (x) в г. Братск и пгт Листвянка. При воздействии нескольких веществ на одно и тоже заболевание (класс болезни) выполняли интегрирование отдельных показателей PP_i по соотношению:

$$PP = 1 - \prod_i (1 - PP_i) \quad (2.3)$$

Экономическая оценка прогнозируемых потерь от дополнительной заболеваемости взрослого и детского населения г. Братск выполнена по данным обращаемости за медицинской помощью для взрослого и детского населения в соответствии с Методологией расчета экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации населения (от 10.04.2012 № 192/323н/45н/113). Использована численность экспонированного населения (ЦТО г. Братск) – 133 231 человек,

в том числе 24 887 детей и 108 344 взрослых; численность неэкспонированного населения (пгт Листвянка) 2 429 человек, из них 439 детей и 1 990 взрослых.

Оценка реализации риска негативных последствий системных нарушений у взрослого и детского населения проведена на примере оценки результатов углубленных медицинских исследований. Формирование репрезентативных выборок детей и взрослых из зоны наибольшего риска здоровью (ЦТО г. Братск) и для проведения сравнительных оценок из зоны с минимальной или отсутствием аэрогенной экспозиции изучаемых загрязнителей выполнено на основании разработанного комплекса критериев, включающего порядка 15 (гигиенических, медико-биологических, социальных, экономических) позиций. Выборочные совокупности были сопоставимы по возрастно-гендерным показателям, гигиеническим условиям проживания семьи, образу жизни, в том числе качеству и рациону питания, социально-экономическому уровню, но различались по уровню воздействия аэрогенной экспозиции. В результате, скрининговым медицинским обследованием охвачено 189 детей 4–7 лет, 90 взрослых 22–48 лет (женщины 100%, в том числе 85% – матери обследованных детей) (группа наблюдения) и 45 детей, 22 взрослых аналогичного возраста пгт Листвянка Иркутской области (группа сравнения)². При обследовании соблюдены этические требования Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (1964, 2008), согласованы с этическим комитетом ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (Протокол № 2 от 22.03.2017). От каждого обследованного или его представителя получено информированное согласие на проведение исследований.

Обследование осуществлено стандартными клиническими методами в соответствии со специально разработанными программами углубленного обследования, которые включали медико-социологический опрос, объективный клинический осмотр, функциональное обследование (ЭКГ, СПГ, КИГ с клиноортостатической пробой, УЗИ печени, желчевыводящей системы, почек, щитовидной желе-

² Обследование выполнено выездной бригадой специалистов амбулаторно-поликлинического приема (руководитель зам. директора по лечебной работе, д.м.н. О.Ю. Устинова) ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

зы с использованием высокотехнологичных приборов функциональной диагностики экспертного класса)³. Клинические диагнозы установлены на основании результатов комплексного клинико-функционального и лабораторного обследования в соответствии с действующими протоколами клинической диагностики МКБ-10.

Количественное определение концентрации химических веществ в биологических субстратах (15 в крови: марганца, никеля, свинца, хрома, меди, бенз(а)пирена, метанола, формальдегида, бензола, о-, п-, м-ксилолов, толуола, этилбензола, фенола; 2 в моче: фторид-иона и алюминия⁴) выполнено химико-аналитическими методами (Таблица 2.1) согласно МУК 4.1.772-99, МУК 4.1.765-99, МУК 4.1.773-99, МУК 4.1.2111-06, МУК 4.1.2108-06, МУК 4.1.3040-12, МУК 4.1.3230-14, МУК 4.1.3161-14, СТО М 25-2016. Результаты оценивали относительно значений показателей группы сравнения, референтных уровней в крови/моче [66]. Перечень гематологических, биохимических, иммунологических, цитологических, цитогенетических исследованных показателей [65, 66] обоснован с учетом этиопатогенеза развития негативных эффектов при воздействии повышенного уровня содержания токсикантов в организме⁵. Список включал показатели активности неспецифической и специфической сенсибилизации: IgE общий, эозинофильно-лимфоцитарный индекс, эозинофилы, индекс эозинофилии IgE к формальдегиду, IgG к бенз(а)пирену, IgG к алюминию; показатели состояния клеточного и гуморального иммунитета: абсолютное/относительное число CD3+, CD4+, CD8+, CD19+, CD16+CD56+, CD25+, CD95+, CD127+- лимфоцитов, активность фагоцитоза, Ig A, M, G; показатели, характеризующие апоптоз, воспаление, оксидантную и антиоксидантную активность: белки TNF-рецептора, bcl2, Вах;

³ Исследования выполнены в отделении функциональных методов диагностики (зав. отделением к.м.н. Носов А.В.) ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

⁴ Исследования выполнены в отделе химико-аналитических методов исследования (зав. отделом, д.б.н. Т.С. Уланова) ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

⁵ Исследования выполнены в отделе биохимических и цитогенетических методов диагностики (зав. отделом, д.м.н. М.А. Землянова), в отделе иммунологических методов диагностики (зав. отделом, д.м.н. О.В. Долгих) ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

активности процессов: МДА, АОА, гидроперекиси липидов, СОД, глутатионпероксидаза, 8-ОН-2-dG; показатели костного метаболизма и остеорегуляции – Mg, P, Ca⁻, тартрат-резистентная кислая фосфатаза, N-остеокальцин, С-концевые телопептиды, Ampli-sRANKL, остеопротегерин; показатели нейромедиаторов возбуждения и торможения: ГАМК, глутамат, серотонин; показатели состояния крови: форменные элементы, гемоглобин, гематокрит, железо, трансферрин, ОЖСС, НЖСС. Функциональное состояние печени, системы желчевыведения, почек оценивали по показателям АЛАТ, АСАТ, общий белок, альбумин, глюкоза, СРБ, билирубин, креатинин, β_2 -микроглобулин, мочевая кислота. Показатели гипофизарно-тиреоидной и гипофизарно-надпочечниковой регуляции включали антитела к ТПО, ТТГ, Т4св., кортизол. Мутагенный эффект оценивали по микроядерному тесту. Дополнительно исследовали у детей обеспеченность организма йодом (йод в моче); показатели риска сосудистых нарушений – Апо А1, Апо В100, Апо В100/Апо А1. У взрослых дополнительно изучали показатели ССС – липидный спектр, индекс атерогенности; системы репродукции – 17-ОН-прогестерон, ЛГ, ФСГ; секреты слизистой желудка – пепсиноген I и II; активности пролиферации – КЭА, НСЭ, СА199, СА125, p53. Исследования выполнены в биосубстратах (цельная кровь, сыворотка и плазма крови, моча, назальный секрет, буккальный эпителий) унифицированными методами на аналитическом оборудовании, входящем в госреестр средств измерений и метрологически аттестованном. Результаты оценивали относительно показателей группы сравнения, физиологической нормы по возрасту [66].

Полученные результаты статистически обрабатывали, предварительно оценивали характер распределения значений показателей, используя критерий Колмогорова-Смирнова. При соответствии случайных величин анализируемых показателей закону нормального распределения использовали параметрические методы статистики с расчетом статистических характеристик для группы наблюдения и сравнения: среднее значение (M), стандартное отклонение (δ), ошибка репрезентативности (m), максимальное и минимальное значение показателя, количество проб с изменением уровня показателя выше и/или ниже относительно физиологи-

ческой нормы или среднего значения в группе сравнения. Оценку статистической достоверности (p) межгрупповых различий показателей проводили по двухвыборочному критерию Стьюдента ($t \geq 2$), оценку различия дисперсии – по F-критерию Фишера ($F > 3,96$) при заданной значимости $p \leq 0,05$ [24]. Статистический анализ, полученных в ходе исследования данных, проводили с помощью программного комплекса Statistika 6.0 и самостоятельно разработанного программного обеспечения, совместимого с MS Excel⁶.

Построение математических моделей «аэрогенная экспозиция факторов риска – содержание адекватных им химических веществ в биосредах – отклонение функциональных и лабораторных показателей от физиологической нормы – заболевание» позволило получить систему параметризованных причинно-следственных связей «экспозиция – биомаркеры экспозиции – биомаркеры негативного эффекта – негативный ответ». При обязательном наличии каждого звена в обозначенной цепочке связь системных и клеточно-молекулярных нарушений с воздействием факторов риска, обусловленных деятельностью изучаемых хозяйствующих субъектов в зоне их одновременного влияния, являлась доказанной, а установленные негативные эффекты оценивали как риск-реализованные.

Биомаркеры экспозиции обосновывали с помощью установленных достоверных зависимостей концентрации вещества в крови/моче от его концентрации в воздухе, описываемых линейным уравнением регрессии вида [24]:

$$y = a_0 + a_1 x, \quad (2.4)$$

где y – концентрация вещества в крови/моче, мг/дм³;

x – концентрация вещества в атмосферном воздухе, мг/м³;

a_0, a_1 – параметры уравнения регрессии.

Биомаркеры негативного эффекта обосновывали с помощью установленных достоверных зависимостей вероятности отклонений лабораторных и функцио-

⁶ Исследования выполнены в отделе математического моделирования систем и процессов (зав. отделом, к.т.н. Д.А. Кирьянов) ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

нальных показателей (по результатам углубленных исследований) от концентрации вещества в крови, моче, описываемых уравнением логистической регрессии:

$$P = \frac{1}{1 + e^{-b_0 + b_1 y}}, \quad (2.5)$$

где P – вероятность отклонения лабораторного/функционального показателя от физиологической нормы;

y – концентрация вещества в крови/моче, мг/дм³;

b_0, b_1 – параметры регрессионной модели.

Качество регрессионных моделей по параметрам оценивали по F-критерию Фишера, а статистическую надежность – по t -критерию Стьюдента при заданном уровне значимости $\leq 0,05$ [24].

Гигиеническая оценка эффективности управленческих мер, принятых Роспотребнадзором по Иркутской области, направленных на обеспечение надлежащего качества атмосферного воздуха, выполнена по результатам оценки динамики за 2018–2020 гг. содержания (концентрация, доля проб выше ПДК) в атмосферном воздухе 12 приоритетных веществ; оценки эффективности контрольно-надзорной деятельности в период 2017–2020 гг. и плана воздухоохраных мероприятий г. Братска на период 2018–2024 гг. [71]; оценки плана проведения СГМ ФБУЗ «ЦГиЭ в Иркутской области» в городе Братске и Братском районе в 2018–2020 гг.; сравнительной оценки динамики за период 2017–2020 гг. заболеваемости и содержания токсичных веществ в биосредах детей из зон наибольшего риска здоровью г. Братск по результатам углубленных исследований. Эффективность мер по профилактике и коррекции негативных последствий здоровью, ассоциированных с воздействием факторов риска, оценивали по результатам анкетирования (по показателям длительности и количества случаев заболеваний в анамнезе через 1 год). Экономическая оценка предотвращенных потерь выполнена по количеству случаев заболеваний, предотвращенных за период 2017–2020 гг. у детей из зоны наибольшего риска здоровью (5500 человек). Экономическую эффективность оценивали с учетом произведенных затрат на выполнение лечебно-профилактических мероприятий.

ГЛАВА 3 ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ СЕЛИТЕБНОЙ ТЕРРИТОРИИ С ОСОБО ВЫСОКИМ УРОВНЕМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА (на примере города Братска)

3.1 Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха с выделением химических веществ, формирующих высокий уровень загрязнения

Идентификация и исследование гигиенических проблем в городском поселении с особо высоким уровнем загрязнения атмосферы выполнена на примере города Братска с численностью населения порядка 230 тыс. человек в 2017-2020 гг. [176] и общей площадью территории 262,94 км² [19]. Город является одним из крупных промышленных центров России и характеризуется размещением и функционированием градообразующих хозяйствующих субъектов алюминиевой, деревоперерабатывающей и целлюлозно-бумажной отраслей промышленности. В совокупности с топливно-энергетическим комплексом формируют высокий ресурсно-экономический потенциал.

Атмосферный воздух. Гигиеническая оценка содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе селитебной застройки города свидетельствует, что при нарушении требований санитарного законодательства формируются существенные превышения предельно допустимых концентраций. По данным сети наблюдения в рамках системы государственного экологического мониторинга за период 2014–2018 гг. уровень загрязнения воздуха оценивается как «очень высокий». В связи с этим Братск входит в Приоритетный список городов РФ с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы [38]. По критерию, принятому в Росгидромете, значение индекса загрязнения атмосферы (ИЗА₅⁷), характеризую-

⁷ Индекс загрязнения атмосферы ИЗА₅ рассчитан на основании среднегодовых концентраций 5 веществ: бенз(а)пирена, формальдегида, фторида водорода, сероуглерода, взвешенных веществ

щего длительное загрязнение, составляло больше 14 и находилось в анализируемый период, несмотря на снижение к 2018 году, в пределах от 21,9 до 38,5 (Рисунок 3.1).

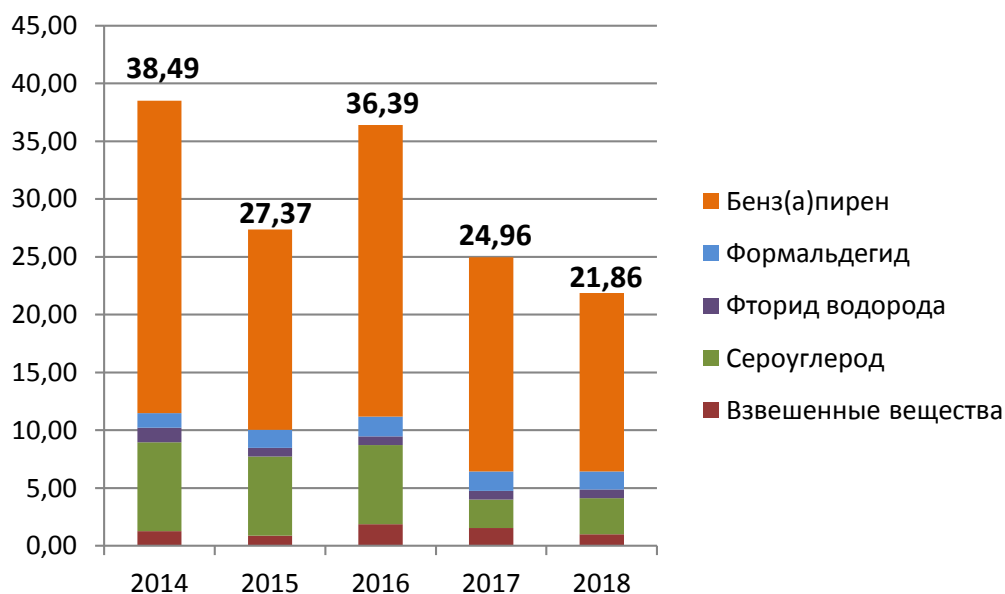


Рисунок 3.1 – Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА₅) в г. Братск

По данным ФГБУ «Иркутское УГМС» значительный уровень загрязнения воздушной среды города обусловлен высоким содержанием таких веществ, как бенз(а)пирен, формальдегид, взвешенные вещества, сероуглерод, фторид водорода. Ситуация усугубляется частой повторяемостью неблагоприятных для рассеивания примесей метеорологических условий (НМУ). В 2018 году было составлено 161 предупреждение о высоком уровне загрязнения атмосферы при НМУ для рассеивания вредных примесей (оправдываемость 98 %) [29].

Среднегодовые концентрации за 2014–2018 гг. превышали ПДК по взвешенным веществам и формальдегиду в 1,4 раза, сероуглероду – в 3,6 раза, бенз(а)пирену – в 7,5 раза (Таблица 3.1). Наблюдается негативная динамика в виде увеличения среднегодовых концентраций взвешенных веществ (на 16 %) и формальдегида (на 25 %). Несмотря на снижение уровня загрязнения бенз(а)пиреном за 5 лет на 30 %, по-прежнему фиксируются максимальные уровни превышения допустимых нормативов (ПДКс.с.) в 10 и более раз преимущественно в центре жилитебной застройки города. Максимальная концентрация составила 35,6 ПДКс.с.

Таблица 3.1 – Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Братска за 2014–2018 гг. (по данным ФГБУ «Иркутское УГМС»)

Наименование вещества	Среднегодовая концентрация, доли ПДКс.с.						
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	средняя, 2014– 2018	Темп прироста 2018- 2014, %
Азота диоксид	1,00	0,83	1,05	0,73	0,66	0,86	-33
Азота оксид	0,22	0,23	0,30	0,05	0,02	0,16	-92
Бенз(а)пирен	9,00	6,70	8,60	7,00	6,20	7,50	-31
Взвешенные вещества	1,27	0,87	1,87	1,53	1,47	1,40	+16
Сероводород*	–	–	–	–	–	–	–
Железо	0,03	0,03	0,01	0,009	0,01	0,02	-52
Марганец	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	-67
Медь	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	-20
Метилмеркаптан*	–	–	–	–	–	–	–
Никель	0,03	0,12	0,01	0,00	0,01	0,03	-67
Сероуглерод	4,80	4,40	4,40	2,40	2,00	3,60	-58
Серы диоксид	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	-50
Углерода оксид	0,40	0,37	0,37	0,20	0,20	0,31	-50
Фториды твердые	0,23	0,27	0,23	0,20	0,20	0,23	-14
Фторид водорода	1,20	0,80	0,80	0,80	0,80	0,88	-33
Формальдегид	1,20	1,40	1,50	1,40	1,50	1,40	+25
Хром (VI)	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	-100
Цинк	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	-57
* Вещества, для которых отсутствуют ПДКс.с.							

Превышения предельно допустимых максимальных из разовых концентраций в атмосферном воздухе селитебной застройки за анализируемые 5 лет достигали по взвешенным веществам до 34,8 раза, углерода оксиду и сероуглероду – до 4,03–5,8 раза, азота диоксиду и формальдегиду – до 3,6–3,8 раза, сероводороду и фториду водорода – до 2,1–2,6 раза. Наблюдался рост максимальных из разовых концентраций оксида азота (на 45 %) и формальдегида (на 2 %) (Таблица 3.2). Наибольшее количество случаев превышений ПДКм.р. фиксировалось по сероуглероду (от 4,9 до 8,7 %), фториду водорода (от 1,6 до 3,9 %), (1,8 %), твёрдым фторидам и формальдегиду (1,3 % и 1,8 % соответственно).

Обобщение полученных результатов по данным регулярных наблюдений, проводимых в рамках системы государственного экологического мониторинга в 2014-2018 гг., показало, что в атмосферном воздухе селитебной застройки среднегодовые концентрации бенз(а)пирена, взвешенных веществ, сероуглерода, фор-

мальдегида превышают соответствующие ПДК от 1,4 до 7,5 раза; максимальные из разовых концентрации взвешенных веществ, сероуглерода формальдегида, фторида водорода, азота диоксида, азота оксида, углерода оксида, сероводорода превышают ПДК от 1,03 до 34,8 раза.

Таблица 3.2 – Максимальные из разовых концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Братска за 2014–2018 гг. (по данным ФГБУ «Иркутское УГМС»)

Наименование вещества	Максимальная из разовых концентрация, доли ПДКм.р.						
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	максимум, 2014–2018	Темп прироста 2018-2014, %
Азота диоксид	7,00	2,20	2,20	4,99	3,55	7,00	-49
Азота оксид	0,15	0,20	0,33	1,03	0,22	1,03	+45
Бенз(а)пирен*	–	–	–	–	–	–	–
Взвешенные вещества	34,8	3,00	3,20	1,60	1,20	34,8	-97
Сероводород	1,50	2,13	2,00	1,13	1,25	2,13	-17
Железо*	–	–	–	–	–	–	–
Марганец	0,007	0,007	0,007	0,003	0,006	0,007	-14
Медь	0,02	0,06	0,08	0,06	0,08	0,06	–
Метилмеркаптан	0,08	0,06	0,05	0,08	0,08	0,08	-5
Никель*	–	–	–	–	–	–	–
Свинец	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03	-67
Сероуглерод	4,03	3,50	3,60	3,00	1,57	4,03	-61
Серы диоксид	0,85	0,11	0,14	0,13	0,20	0,85	-76
Углерода оксид	3,80	4,20	5,80	1,40	1,62	5,80	-57
Фториды твердые	0,25	0,25	0,25	0,20	0,25	0,25	0
Фторид водорода	2,55	2,20	1,65	1,85	1,75	2,55	-31
Формальдегид	1,94	2,08	3,80	1,84	1,98	3,80	+2
Хром (VI)*	–	–	–	–	–	–	–

* Вещества, для которых отсутствуют ПДКм.р.

Гигиеническая оценка содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, выполненная по данным мониторинговых наблюдений в рамках СГМ, показала, что за 2014–2017 гг. среднегодовые концентрации алюминия, взвешенных веществ, фенола, формальдегида и фторида водорода превышали ПДК в 1,7–3,01 раза (Таблица 3.3).

Превышения предельно допустимых максимальных из разовых концентраций в атмосферном воздухе селитебной застройки за анализируемый период достигали по фториду водорода, фенолу и этилбензолу до 7,0–9,6 раза, взвешенным

веществам и сероуглероду – до 4,6–4,7 раза, метилмеркаптану и ксилолу – до 2,3–2,7 раза, формальдегиду и бензолу – до 1,6–1,8 раза (Таблица 3.4).

Таблица 3.3 – Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Братск, доли ПДКс.с. (по данным Филиала ФБУЗ «ЦГиЭ в Иркутской области» в городе Братске и Братском районе)

Наименование вещества	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее за 2014–2017 гг.
Алюминий	–	–	2,00	–	2,00
Бенз(а)пирен	–	–	0,01	–	0,01
Бензол	–	–	0,09	–	0,09
Взвешенные вещества	–	–	3,01	–	3,01
Фенол	0,21	0,71	1,59	–	0,84
Марганец	–	–	0,07	–	0,07
Метанол	–	–	0,01	–	0,01
Никель	–	–	0,03	–	0,03
Свинец	–	–	0,33	–	0,33
Сера диоксид	0,57	–	–	–	0,57
Сероуглерод	–	–	–	0,53	0,53
Формальдегид	–	1,42	1,96	–	1,69
Фториды твердые	–	–	0,06	–	0,06
Фторид водорода	0,74	1,55	2,89	–	1,73
Хром (VI)	–	–	0,01	–	0,01

Таблица 3.4 – Максимальные из разовых концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Братск, доли ПДКм.р. (по данным Филиала ФБУЗ «ЦГиЭ в Иркутской области» в городе Братске и Братском районе)

Наименование вещества	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Максимум, 2014–2018 гг.
Азота диоксид	0,19	0,80	–	–	–	0,80
Бензол	–	–	1,77	–	–	1,77
Взвешенные вещества	1,04	0,98	4,60	3,20	1,80	4,60
Фенол	–	–	6,30	9,50	3,70	9,50
Сероводород	1,00	0,75	–	1,00	–	1,00
Ксилол	–	–	2,74	–	–	2,74
Диметилдисульфид	–	–	0,001	–	–	0,001
Диметилсульфид	–	–	0,01	–	–	0,01
Метанол	–	–	0,18	–	–	0,18
Метилмеркаптан	0,83	0,67	2,25	1,20	0,22	2,25
Толуол	–	–	0,55	–	–	0,55
Сера диоксид	–	0,29	–	–	–	0,29
Сероуглерод	–	–	1,27	–	4,67	4,67
Скипидар	–	–	0,008	–	–	0,008
Углерод оксид	0,12	0,46	–	–	–	0,46
Формальдегид	0,60	–	1,56	0,72	–	1,56
Фториды твердые	–	–	0,13	–	–	0,13
Фторид водорода	–	–	3,75	3,35	7,00	7,00
Хлор	–	–	–	–	0,77	0,77
Этилбензол	–	–	9,55	–	–	9,55

В целом, по данным мониторинговых наблюдений, проводимых в рамках СГМ в 2014–2018 гг., выявлено, что в атмосферном воздухе селитебной застройки среднегодовые концентрации алюминия, взвешенных веществ, фенола, формальдегида превышали ПДК до 3,01 раза; максимальные из разовых концентрации взвешенных веществ, фенола, формальдегида, фторида водорода, бензола, ксилола, метилмеркаптана, сероуглерода, этилбензола – до 9,6 раза.

Снежный покров, атмосферные выпадения на снежный покров. Оценка загрязнения снежного покрова, как индикатора загрязнения атмосферного воздуха в зимний период, по содержанию химических веществ (фториды, свинец, марганец, никель, железо, медь, цинк), адекватных компонентам выбросов в воздушную среду, выполненная по данным ФГБУ «Иркутское УГМС» за 2014–2015 гг., показала, что плотность выпадений на снежный покров фторидов (суммарно в растворимой и нерастворимой форме) в среднем составила 2,7–4,75 Ф⁸ при фоновом уровне 4,48 кг/км²×мес. Диапазон колебаний зарегистрирован от 0,6 Ф до 8,0 Ф. Доля растворимой формы фторидов составила 91 %. В 2018 году средняя плотность выпадения водорастворимых фторидов на снежный покров составила 5,2 Ф и в 23,6 раза превысила фон (0,22 кг/км²×мес.), уровень плотности выпадений варьировал от 0,6 Ф до 35 Ф. Наибольшее загрязнение водорастворимыми фторидами до 30 Ф наблюдалось в зоне 0–5,0 км от основного источника загрязнений.

Средние суммарные плотности атмосферных выпадений соединений металлов (свинца, марганца, никеля, железа, меди, цинка) составили в 2018 году для нерастворимых форм от 1,1 (по свинцу) до 20,6 Ф (по никелю), для растворимых форм – от 1,2 (по цинку) до 3,4 Ф (по железу). Наибольшая интенсивность в распределении средних плотностей выпадений металлов зафиксирована в зоне 5–20 км от основного источника загрязнения.

Почвы. Результаты гигиенической оценки качества почвы по содержанию химических веществ, адекватных компонентам выбросов в атмосферу (алюминий,

⁸ Ф – за фоновое значение содержания фторидов в снежном покрове принято среднее значение плотностей выпадения фторидов на снежный покров, зарегистрированное в наиболее удаленных от основных стационарных источников загрязнения точках отбора.

бенз(а)пирен, марганец, свинец, хром, никель, фтор), выполненной по данным мониторинговых наблюдений в рамках СГМ, представлены в Таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Содержание химических веществ в почве г. Братск за период 2014–2018 гг. (по данным Филиала ФБУЗ «ЦГиЭ в Иркутской области» в городе Братске и Братском районе)

Наименование вещества	ПДК, мг/кг	Концентрация, доли ПДК	
		средняя	максимальная
Алюминий*	–	–	–
Бен(а)пирен	0,05	0,57	1,00
Марганец (подвижная форма)	100	0,54	0,94
Хром общий	6	0,04	0,04
Свинец (подвижная форма)	6	0,55	2,09
Никель (подвижная форма)	4	0,58	0,26
Фтор (водорастворимая форма)	10	1,82	4,68
* Вещества, для которых отсутствуют ПДК и/или фоновая концентрация.			

Установлено, что в 2014–2018 гг. регистрировались превышения ПДК содержания в почве свинца и фтора до 2,1–4,7 раза. Доля нестандартных проб составила 7,84–87,04 % от общего количества исследованных проб.

Питьевая вода. Результаты оценки качества питьевой воды ЦСХПВ по содержанию химических веществ, адекватных изучаемым компонентам выбросов в атмосферный воздух (алюминий, марганец, свинец, медь, никель, хром, цинк, железо, метанол, сероводород, фенол, фтор, этилбензол, ксилол и толуол), представлены в Таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Содержание химических веществ в питьевой воде, поступающей из поверхностных и подземных водоисточников г. Братск, 2014–2018 гг. (по данным Филиала ФБУЗ «ЦГиЭ в Иркутской области» в городе Братске и Братском районе)

Наименование вещества	Средняя концентрация			Максимальная концентрация		
	Поверхностный водоисточник, доли ПДК	Подземный водоисточник, доли ПДК	Отношение поверхностный/подземный, раз	Поверхностный водоисточник, доли ПДК	Подземный водоисточник, доли ПДК	Отношение поверхностный/подземный
1	2	3	4	5	6	7
Алюминий	нпо*	нпо	–	нпо	нпо	–
Железо	0,35	0,40	0,87	0,97	1,10	0,88
Ксилол	0,03	–	–	0,03	–	–
Марганец	0,12	0,14	0,90	0,20	0,20	1,00
Медь	0,001	0,001	0,84	0,003	0,003	1,07
Метанол	0,19	0,23	0,85	0,27	0,23	1,21

Продолжение таблицы 3.6

1	2	3	4	5	6	7
Никель	0,09	0,07	1,29	0,21	0,26	0,82
Свинец	0,25	0,25	0,98	0,61	0,45	1,36
Сероводород	0,10	0,08	1,37	0,67	0,67	1,00
Фенол	0,65	0,90	0,72	0,80	0,90	0,89
Фтор	0,17	0,31	0,56	0,47	0,56	0,84
Хром	0,01	0,02	0,86	0,03	0,07	0,39
Цинк	0,02	0,02	1,17	0,21	0,05	4,10
Этилбензол	0,10	0,10	1,00	0,10	0,10	1,00
Толуол	нпо	0,05	–	нпо	0,05	–
* Ниже предела обнаружения более чем в 95 % проб.						

Анализ имеющейся информации позволил установить, что в 2014–2018 гг. в питьевой воде средние концентрации изучаемых веществ не превышали значения действующих гигиенических нормативов, за исключением железа, максимальная концентрация которого превышала ПДК до 1,1 (подземные водоисточники).

Пищевые продукты. Результаты гигиенической оценки качества пищевых продуктов, реализуемых через торговую сеть города, по содержанию химических веществ, адекватных изучаемым компонентам выбросов в атмосферу (бенз(а)пирен, медь, свинец, цинк), представлены в Таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Содержание химических веществ в пищевых продуктах, реализованных через торговые сети в г. Братск за 2014–2018 годы, доли ПДУ (по данным Филиала ФБУЗ «ЦГиЭ в Иркутской области» в городе Братске и Братском районе)

Наименование вещества	Средняя концентрация, доли ПДУ					Максимальная концентрация, доли ПДУ				
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Бенз(а)пирен	–	–	нпо*	0,10	нпо	–	–	нпо	0,10	нпо
Медь	–	0,003	–	–	–	–	0,003	–	–	–
Свинец	0,26	0,26	0,28	0,26	0,28	0,90	0,90	0,94	1,00	0,90
Цинк	–	0,03	–	–	–	–	0,03	–	–	–
* Ниже предела обнаружения.										

Установлено, что в период 2014–2018 гг. отсутствовало превышение гигиенических нормативов. Средние концентрации веществ составили от 0,003 до 0,28 ПДУ, максимальные концентрации – до 1 ПДУ.

Таким образом, обобщение результатов исследований напряженности ситуации, выполненных в соответствии с 1 этапом предложенного алгоритма, показали, что гигиенической проблемой городского поселения с интенсивным промыш-

ленным освоением является особо высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха в сочетании с загрязнением других объектов среды обитания – почвы, снежного покрова. Комплексный санитарно-гигиенический анализ, выполненный на примере города Братска, показал, что в местах постоянного проживания населения качество атмосферного воздуха не соответствует действующим гигиеническим нормативам. Установлены превышения до 7,5 ПДКс.с. бенз(а)пирена, взвешенных веществ, формальдегида, фторида водорода, сероуглерода, алюминия; до 34,8 ПДКм.р. взвешенных веществ, азота диоксида, азота оксида, углерода оксида, сероводорода, бензола, ксилола, этилбензола, фенола, метилмеркаптана, фтористого водорода, формальдегида. Постоянно присутствуют марганец, свинец, никель, хром (VI), медь, железо, фториды твердые, серы диоксид в концентрациях до 1 ПДКс.с. В снежном покрове и атмосферных выпадениях – фториды, марганец, никель, железо, медь, цинк превышают фоновый уровень до 20,6 раза. В почве – свинец и фтор до 4,7 раза превышают ПДК, что нарушает требования действующих гигиенических нормативов. В питьевой воде ЦСХПВ присутствуют алюминий, марганец, никель, свинец, фтор, фенол, этилбензол, сероводород, ксилол, толуол, а также в пищевых продуктах – свинец, медь, цинк в концентрациях, не превышающих соответствующие ПДК, что обеспечивает выполнение требований действующих гигиенических нормативов.

Одновременное присутствие в атмосферном воздухе селитебной застройки (показано на примере ЦТО г. Братска) обозначенного перечня веществ в сочетании с загрязнением почвы и снежного покрова формирует значимые гигиенические проблемы на территории, обуславливающие потенциальную опасность для здоровья населения. В связи с этим, необходимым является оценка рисков здоровью населения в жилой застройке города.

Поселок городского типа Листвянка Иркутской области – объект районного подчинения, позиционируется как рекреационная туристическая зона с развитой инфраструктурой и численностью населения порядка 2,0 тыс. человек на 01.01.2017 [176]. Территория поселка имеет протяженность вдоль озера Байкал (залива Лиственичный) на 5 км.

Атмосферный воздух. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха по содержанию химических веществ, соответствующих приоритетным компонентам загрязнения воздушной среды г. Братск, показала, что в период 2014–2018 гг. в жилой застройке не соблюдались предельно допустимые концентрации отдельных веществ. Максимальное превышение предельно допустимых разовых концентраций составило по содержанию азота диоксида и азота оксида до 1,65 и 2,2 раза, среднесуточных концентраций – азота диоксида до 1,23 раза. Систематически регистрировались: бенз(а)пирен в концентрациях до 1 ПДКс.с., взвешенные вещества, серы диоксид, бензол, формальдегид, фенол, фторид водорода – до 0,1-0,8 ПДКс.с.; метанол, углерода оксид, медь, марганец, железо, никель, хром (VI) – до 0,01-0,05 ПДКс.с. (Таблицы 3.8, 3.9).

Таблица 3.8 – Сравнительная оценка качества атмосферного воздуха территорий наблюдения и сравнения (по данным ФГБУ «Иркутское УГМС» и ФБУЗ «ЦГиЭ в Иркутской области» в городе Братске и Братском районе о разовых натуральных замерах в рамках регулярных наблюдений, 2014-2018 гг.)

Наименование вещества	ПДКм.р., мг/м ³	Концентрация в атмосферном воздухе, доли ПДКм.р.					
		средняя из разовых замеров			максимальная из разовых замеров		
		Листвянка	Братск	Братск/ Листвянка	Листвянка	Братск	Братск/ Листвянка
Азота диоксид	0,2	1,33	3,99	3,0	1,65	7,00	4,2
Азот (IV) оксид	0,4	1,33	0,53	0,4	2,20	3,60	1,6
Бензол	0,3	0,01	1,77	177,0	0,06	1,77	29,5
Взвешенные вещества	0,5	0,24	8,76	36,5	0,36	34,8	96,7
Фенол	0,01	0,16	6,50	40,6	0,50	9,50	171,0
Сероводород	0,008	0,09	1,60	17,8	0,13	2,13	16,4
Ксилол	0,2	0,03	2,74	91,3	0,17	2,74	16,1
Марганец	0,01	0,002	0,006	3,0	0,002	0,007	3,5
Метанол	1,0	0,001	0,18	180,0	0,003	0,18	60,0
Метилмеркаптан	0,01	нпо*	1,03	–	нпо	2,25	–
Медь	0,003	0,01	0,07	7,0	0,02	0,08	4,0
Толуол	0,6	0,01	0,55	55,0	0,09	0,55	6,1
Никель**	–	–	–	–	–	–	–
Свинец	0,001	0,02	0,03	1,5	0,03	0,03	1,0
Сера диоксид	0,5	–	0,29	–	–	0,85	–
Сероуглерод	0,03	нпо	3,14	–	нпо	4,67	–
Углерода оксид	5,0	0,12	0,29	2,4	0,60	0,46	0,8
Формальдегид	0,05	0,06	2,30	38,3	0,14	3,80	27,1
Фторид водорода	0,02	0,10	4,70	47,0	0,10	7,0	70,0
Фториды твердые	0,2	0,01	0,25	25,0	0,01	0,25	25,0
Этилбензол	0,02	0,16	9,55	59,7	0,55	9,55	17,4

Таблица 3.9 – Сравнительная оценка качества атмосферного воздуха территорий наблюдения и сравнения (по данным ФГБУ «Иркутское УГМС» и «ЦГиЭ в Иркутской области» в городе Братске и Братском районе о среднесуточных натуральных замерах в рамках регулярных наблюдений, 2014-2018 гг.)

Наименование вещества	ПДКс.с., мг/м ³	Концентрация в атмосферном воздухе, доли ПДКс.с.					
		средняя из суточных замеров			максимальная из суточных замеров		
		Листвянка	Братск	Братск/Листвянка	Листвянка	Братск	Братск/Листвянка
1	2	3	4	5	6	7	8
Азота диоксид	0,04	0,86	0,86	1,0	1,23	1,05	0,9
Азот (IV) оксид	0,06	0,16	0,16	1,0	0,48	0,30	0,6
Алюминий	0,01	нпо*	2,00	–	нпо	2,00	–
Бенз(а)пирен	0,000001	0,83	7,50	9,0	1,0	9,00	9,0
Бензол	0,1	0,02	0,09	4,5	0,11	0,09	0,8
Взвешенные вещества	0,15	0,79	1,87	2,4	0,79	3,01	3,8
Фенол	0,006	0,18	0,84	4,7	0,42	1,59	3,8
Железо	0,04	0,01	0,02	2,0	0,02	0,03	1,5
Марганец	0,001	0,01	0,02	2,0	0,01	0,03	3,0
Медь	0,001	0,05	0,02	0,4	0,08	0,03	0,4
Метанол	0,5	0,002	0,01	5,0	0,004	0,01	2,5
Никель	0,001	0,06	0,03	0,5	0,06	0,12	2,0
Свинец	0,0003	нпо	0,57	–	нпо	0,57	–
Сера диоксид	0,05	0,23	0,57	2,5	0,37	0,57	1,5
Сероуглерод	0,005	нпо	3,6	–	нпо	4,8	–
Углерода оксид	3,0	0,05	0,31	6,2	0,07	0,40	5,7
Формальдегид	0,01	0,30	1,69	5,6	0,60	1,96	3,3
Фториды твердые	0,03	0,03	0,23	7,7	0,03	0,27	9,0
Фторид водорода	0,005	0,10	1,73	17,3	0,10	2,89	28,9
Хром (VI)	0,0015	0,01	0,01	1,0	0,01	0,03	3,0
Цинк	0,05	0,004	0,001	0,25	0,01	0,001	0,1

Сравнительная оценка загрязнения атмосферного воздуха показала, что в жилой застройке территории исследования (г. Братск) средняя суточная концентрация большинства веществ (бенз(а)пирена, бензола, фенола, взвешенных веществ, алюминия, марганца, железа, метанола, серы диоксида, сероуглерода, формальдегида, фторида водорода, фторидов твердых) практически до 17,3 раза превышает уровни показателей территории сравнения, а максимальная из суточных замеров концентрация этих компонентов до 28,9 раза выше.

Питьевая вода Гигиеническая оценка качества питьевой воды из поверхностного водоисточника ЦХПВ населения территории сравнения в период 2014–2018 гг. показала, что в питьевой воде, подаваемой населению для водопотребле-

ния, содержание изучаемых веществ, контролируемых в рамках СГМ, не превышало установленные гигиенические нормативы (Таблица 3.10).

Таблица 3.10 – Сравнительная оценка содержания химических веществ в питьевой воде поверхностных водоемков г. Братск и пгт Листвянка, 2014-2018 гг. (по данным Филиала ФБУЗ «ЦГиЭ в Иркутской области» в городе Братске и Братском районе)

Наименование вещества	ПДК, мг/дм ³	Средняя концентрация, доли ПДК			Максимальная концентрация, доли ПДК		
		Листвянка	Братск	Братск/Листвянка	Листвянка	Братск	Братск/Листвянка
Алюминий	0,2	нпо*	нпо	–	нпо	нпо	–
Железо	0,3	0,29	0,35	1,2	0,73	0,97	1,3
Ксилол	0,05	нпо	0,03	–	нпо	0,03	–
Марганец	0,1	0,11	0,12	1,1	0,79	0,20	0,3
Медь	1,0	0,001	0,001	1,0	0,01	0,003	0,3
Метанол	3	0,23	0,19	0,8	0,23	0,27	1,2
Никель	0,02	нпо	0,09	–	нпо	0,21	–
Свинец	0,01	0,25	0,25	1,0	0,30	0,61	2,0
Сероводород	0,003	нпо	0,10	–	нпо	0,67	–
Фенол	0,001	0,65	0,65	1,0	0,80	0,80	1,0
Фтор	1,5	0,11	0,17	1,6	0,13	0,47	3,6
Хром	0,05	нпо	0,01	–	нпо	0,03	–
Этилбензол	0,01	0,10	0,10	1,0	0,10	0,10	1,0
Толуол	0,5	нпо	нпо	–	нпо	нпо	–

* Ниже предела обнаружения.

Средняя концентрация железа, марганца, меди, свинца, фтора, фенола в питьевой воде составила 0,001–0,65 ПДК, максимальная концентрация – 0,01–0,8 ПДК. Содержание алюминия, никеля, хрома, ксилола, толуола, сероводорода регистрировалось более чем в 95 % проб ниже порога обнаружения.

Почвы. Гигиеническая оценка качества почвы на территории пгт Листвянка в течение 2014–2018 гг. показала, что по среднему содержанию практически всех изучаемых химических веществ, контролируемых в рамках СГМ, превышений гигиенических нормативов не установлено. Исключение составила максимальная концентрация марганца в почве, которая за анализируемый период достигла 1,76 ПДК (Таблица 3.11).

Средняя концентрация бенз(а)пирена, фтора, хрома, марганца, никеля в почве составила 0,11-0,59 ПДК, максимальная концентрация – 0,23-1,76 ПДК.

Таблица 3.11 – Сравнительная оценка содержания химических веществ в почве г. Братск и пгт Листвянка, 2014-2018 гг. (по данным Филиала ФБУЗ «ЦГиЭ в Иркутской области» в г. Братск и Братском районе)

Наименование вещества	ПДК, мг/кг	Средняя концентрация, доли ПДК			Максимальная концентрация, доли ПДК		
		Листвянка	Братск	Братск/Листвянка	Листвянка	Братск	Братск/Листвянка
Алюминий*	–	–	–	–	–	–	–
Бен(а)пирен	0,05	0,46	0,57	1,2	0,7	1,00	1,4
Марганец (подвижная форма)	100	0,59	0,54	0,9	1,76	0,94	0,53
Хром общий	6	0,12	0,04	0,3	0,06	0,04	0,7
Свинец (подвижная форма)	6	0,34	0,55	1,6	0,75	2,09	2,8
Никель (подвижная форма)	4	0,11	0,58	5,3	0,29	0,26	0,9
Фтор (водорастворимая форма)	10	0,13	1,82	14,0	0,23	4,68	20,3
* Отсутствуют ПДК и/или фоновая концентрация.							

Пищевые продукты. Гигиеническая оценка качества пищевых продуктов, реализованных через торговую сеть на территории пгт Листвянка в течение 2014-2018 гг., показала, что по содержанию изучаемых веществ, контролируемых в рамках СГМ, отсутствует превышение действующих предельных допустимых уровней. Бенз(а)пирен и свинец регистрируется на уровне 0,003–0,047 ПДУ.

Таким образом, сравнительный анализ качества объектов среды обитания показал, что в пгт Листвянка и в г. Братск качество питьевой воды, почвы, пищевых продуктов является сопоставимым и удовлетворяет требованиям действующих гигиенических нормативов. Уровень загрязнения атмосферного воздуха (среднегодовой и среднесуточный) пгт Листвянка практически по всем изучаемым химическим веществам от 17 до 29 раз ниже уровня загрязнения атмосферного воздуха селитебной застройки г. Братск, что позволило территорию пгт Листвянка использовать в дальнейших исследованиях в качестве территории сравнения.

3.2 Характеристика градообразующих хозяйствующих субъектов по категориям потенциального риска причинения вреда здоровью.

Численность и структура населения под воздействием

Анализ источников неудовлетворительного качества атмосферного уровня в основной селитебной застройке города (где проживает порядка 139,16 тыс. человек или 61,5 % от общей численности населения), показал, что ведущими являются стационарные источники выбросов в атмосферу хозяйствующих субъектов. На долю стационарных источников в 2017-2018 гг. приходилось порядка 86–88 % от общего валового выброса по городу (более 112,0 тыс. тонн загрязняющих веществ). Вклад выбросов автотранспорта в валовый выброс по городу составлял 11-12 % [29, 104]. Ведущими хозяйствующими субъектами, формирующими специфический спектр и уровни загрязнения атмосферы, являются градообразующие предприятия: по производству первичного алюминия, алюминиевого проката и сплавов, фторсолей (ПАО «РУСАЛ Братский алюминиевый завод») и по производству целлюлозно-бумажной продукции (Филиал АО «Группа «ИЛИМ» в г. Братск). Предприятие теплоэнергетики – филиал ТЭЦ-6 АО «Иркутскэнерго» в Братске является источником выбросов общераспространенных соединений.

Основным видом деятельности ПАО «РУСАЛ Братск» (функционирует с 1966 года) является производство первичного алюминия методом электролиза криолит-глиноземных расплавов по технологии «сухого» анода. Удален от центральной жилой застройки на 8 км на юго-запад. Вклад его валовых выбросов специфических и общераспространенных веществ в общее количество валовых выбросов в атмосферу от источников всех предприятий города практически постоянно составляет более 70,0 % (в 2018 году 71,9 % от валового выброса по городу или 81,43 тыс. тонн [96]). Второе место по объёму выбросов в городе занимает предприятие ТЭЦ-6, удаленное на 2 км от на юг от центральной жилой застройки. Вклад выбросов в атмосферу составляет 13,4–20,0 % от валового выброса по городу. Третье место по объёму выбросов в атмосферу города занимает Фи-

лиал АО «Группа «ИЛИМ» в г. Братск (функционирует с 1965 года), удаленный на 2,7 км на юг от центральной жилой застройки. На его долю в общее количество валовых выбросов в атмосферу города приходится 5,0 % (5,35 тыс. тонн в 2018 году [96]), но спектр поступающих веществ является специфическим. Остальные 90 предприятий, не являющихся значимыми в создании специфического спектра и значительного загрязнения воздуха, суммарно формируют меньше 10,0 % (АО «Братский завод ферросплавов» – 2,4 %, ООО «Братский ремонтно-механический завод» – 0,01 %, АО «Илимхимпром» и др.).

Анализ компонентного состава выбросов в атмосферу показал, что предприятие по производству алюминия является источником выбросов порядка 40 наименований загрязняющих веществ общетоксического и канцерогенного действия, в том числе пыли неорганической с SiO_2 менее 20 %, соединений алюминия, марганца, хрома (VI), фтора, бенз(а)пирена, хлорида калия, хлористого и цианистого водорода, аммиака, взвешенных веществ, сажи, золы мазутной, диоксидов серы, углерода, азота. Вклад ПАО «РУСАЛ Братск» в валовые выбросы всеми промышленными предприятиями города некоторых специфических загрязняющих веществ является основным: в выбросы аммиака – 90,4 %, бенз(а)пирена, фтористого водорода, цианистого водорода, хлористого водорода – 98,4-100 %.

Предприятие по производству целлюлозно-бумажной продукции является источником выбросов (в разные годы) порядка 45 химических веществ. На долю данного предприятия приходится около 100 % выбросов кальция оксида, сероводорода, метилмеркаптана, хлора, метанола, скипидара, мазутной золы; порядка 50 % и более от суммарного выброса веществ по городу: летучих органических соединений (56,4 %), серной кислоты (91,4 %), фенола (49,8 %) и др. Кроме этого, в состав выбросов входят такие специфические компоненты как бензол, толуол, ксилол, этилбензол, бензин, масло минеральное нефтяное и др. Вклад выбросов предприятия по данным примесям в валовый объем выбросов города составляет до 14,5 %.

Суммарный выброс данных предприятий в валовый выброс в атмосферу города стабильно на протяжении последних лет составляет более 75 %.

Выбросы предприятия теплоэнергетики (филиал ТЭЦ-6 АО «Иркутскэнерго» в Братске) содержат в своем составе преимущественно серы диоксид и золу. Вклад составляет порядка 33,8–36,7 % от валового объема выбросов.

Учитывая объем суммарного выброса и перечень компонентов выбросов в атмосферу, включающий от 38 до 45 соединений в разные годы, более 50 % из которых формируют неудовлетворительное состояние воздушной среды в жилой застройке, последующие гигиенические оценки выполняли для двух хозяйствующих субъектов – ПАО «РУСАЛ Братск» и филиала АО «Группа «Илим» в Братске. Примеры общераспространенных и специфических токсичных загрязняющих веществ (1–3 класс опасности, поступающих в составе выбросов от источников данных предприятий), представлены в Таблице 3.12. В общий перечень изучаемых веществ также был включен формальдегид, формирующий гигиенические проблемы, основным источником поступления которого в атмосферный воздух является автотранспорт. Всего в перечень изучаемых веществ для последующих оценок было включено 39 компонентов. Источники поступления сероуглерода в атмосферный воздух города по данным форм государственной статистической отчетности не установлены, вещество не включено в дальнейшее исследование и требует уточнения.

Таблица 3.12 – Выбросы в атмосферный воздух общераспространенных и специфических загрязняющих веществ от хозяйствующих субъектов по производству алюминия и целлюлозно-бумажной продукции (по данным ф. 2-ТП (воздух), в среднем за 2016–2018 гг.), т/год

Код вещества	Наименование вещества	Валовый выброс, т/год		Отношение валовых выбросов предприятий
		ПАО «РУСАЛ Братск»	Филиал АО «Группа «Илим» в Братске	
1	2	3	4	5
	Выброшено всего, т/год			15,22
101	диАлюминий триоксид (в пересчете на алюминий)	14,864	–	–
123	диЖелезо триоксид	0,003	–	–
128	Кальция оксид	–	46,882	–
143	Марганец и его соединения (в пересчете на марганца (IV) оксид)	0,00020	0,003	0,07
146	Медь оксид (в пересчете на медь)	0,00021	–	–
150	Натрия гидроокись	0,555	–	–
164	Никель оксид (в пересчете на никель)	0,00023	0,00001	18,00

Продолжение таблицы 3.12

1	2	3	4	5
184	Свинец и его неорг. соединения (в пересчете на свинец)	0,00001	–	–
203	Хром (Хром (VI)) (в пересчете на хрома (VI) оксид)	0,00961	0,0002	23,0
301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	406,186	480,646	0,84
303	Аммиак	4,116	–	–
304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	131,698	147,019	0,90
316	Водород хлорид	26,34	–	–
317	Гидроцианид (Водород цианистый)	1,108	–	–
322	Серная кислота	0,00004	0,516	0,0001
328	Углерод (Сажа)	4,796	14,768	0,32
330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	6222,59	178,987	34,95
333	Сероводород	0,00009	13,811	0,00001
337	Углерод оксид	65830,22	2509,116	26,23
342	Фтористые газообр. соединения (в пересчете на фтор)	1195,63	0,003	398333,3
344	Фториды неорганические плохо растворимые	1735,87	–	–
349	Хлор	–	12,445	–
602	Бензол	–	0,022	–
616	Диметилбензол (Ксилол) (смесь изомеров о-, м-, п-)	0,050	0,003	16,67
621	Метилбензол (Толуол)	0,033	0,021	1,57
627	Этилбензол	–	0,011	–
703	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	2,336	–	–
1052	Метанол (Метиловый спирт)	–	0,748	–
1071	Гидроксibenзол (Фенол)	–	3,85	–
1707	Диметилсульфид	–	90,157	–
1715	Метилмеркаптан	–	1,604	–
2704	Бензин нефтяной	0,099	0,748	0,13
2735	Масло минеральное нефтяное	–	0,006	–
2748	Скипидар	–	132,276	–
2904	Мазутная зола ТЭС (в пересчете на ванадий)	0,139	2,419	0,06
2902	Взвешенные вещества	40,389	722,373	0,06
2908	Пыль неорганическая SiO ₂ 20-70 % (шамот)	0,014	0,002	7,0
2909	Пыль неорганическая SiO ₂ ниже 20 % (зола)	4311,3	–	–

В ходе категорирования по потенциальному риску причинения вреда здоровью изучаемых предприятий установлено, что Филиал АО «Группа Илим» в Братске осуществляет несколько видов деятельности, в том числе деятельность обрабатывающих производств, по сбору и очистке воды, по удалению сточных вод, автомобильного транспорта, водного транспорта, полигонов твердых бытовых отходов (Таблица 3.13, Рисунок 3.2).

Анализ полученных результатов показал, что по критериям потенциального риска причинения вреда здоровью (R^l) и численности населения под воздействием (M^l) приоритетными видами деятельности для Филиала АО «Группа Илим» в Братске являются «Деятельность обрабатывающих производств» – $R^l = 7,13E-03$ (чрезвычайно высокий риск), «Сбор и очистка воды» – $R^l = 2,63E-03$ (чрезвычайно

высокий риск), «Деятельность по удалению сточных вод» – $R^l = 7,40E-04$ (высокий риск).

Таблица 3.13 – Параметры потенциального риска причинения вреда здоровью при осуществлении основных видов деятельности Филиалом АО «Группа Илим» в Братске

Вид деятельности	Вероятность нарушений обязательных требований (p^l)	Потенциальный вред для здоровья из-за возможного несоблюдения обязательных требований (U^l)	Масштаб воздействия (M^l), млн чел.	Потенциальный риск причинения вреда здоровью (R^l)	Категория риска
Деятельность обрабатывающих производств	4,74	0,0084	0,179065	7,13E-03	Чрезвычайно высокий
Сбор и очистка воды	4,14	0,0367	0,017335	2,63E-03	Чрезвычайно высокий
Деятельность по удалению сточных вод	5,09	0,0087	0,016706	7,40E-04	Высокий
Деятельность автомобильного транспорта	0,96	0,011	0,005568	5,88E-05	Значительный
Деятельность водного транспорта	3,17	0,0156	0,000656	3,25E-05	Значительный
Деятельность полигонов твердых бытовых отходов	8,32	0,0042	0,000239	8,36E-06	Средний

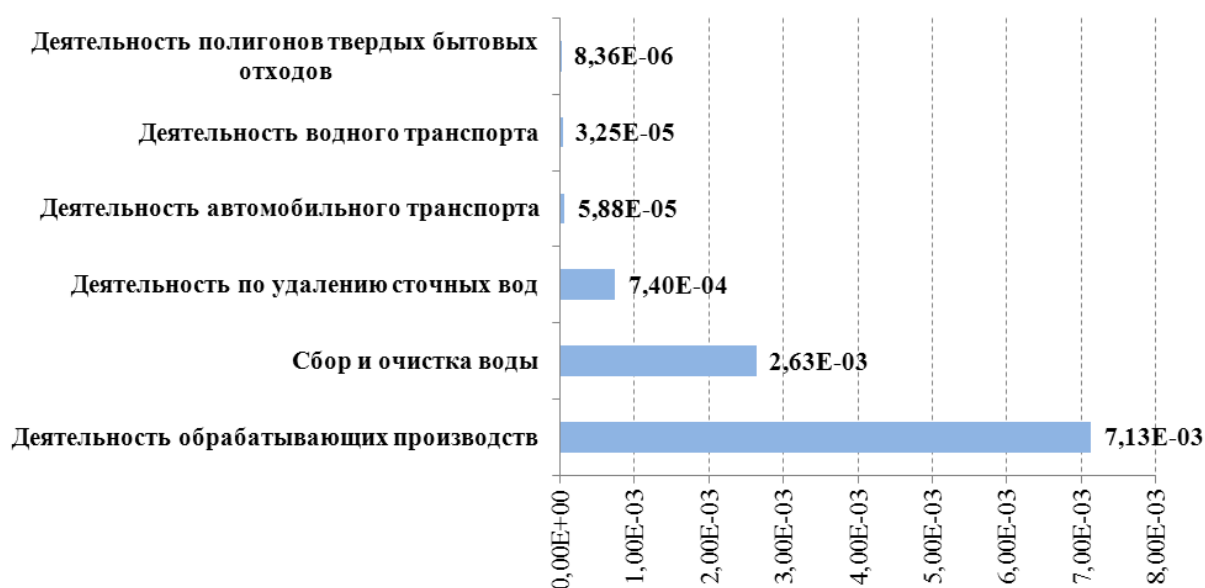


Рисунок 3.2 – Соотношение показателя потенциального риска причинения вреда здоровью (R^l) в разрезе реализуемых Филиалом АО «Группа Илим» в Братске видов деятельности

ПАО «РУСАЛ Братский алюминиевый завод» осуществляет сравнительно меньшее количество видов деятельности, о чем свидетельствуют результаты, представленные в Таблице 3.14 и на Рисунке 3.3.

Таблица 3.14 – Параметры потенциального риска причинения вреда здоровью при осуществлении основных видов деятельности ПАО «РУСАЛ Братский алюминиевый завод»

Вид деятельности	Вероятность нарушений обязательных требований (p^l)	Потенциальный вред для здоровья человека из-за возможного несоблюдения обязательных требований (U^l)	Масштаб воздействия (M^l), млн чел.	Потенциальный риск причинения вреда здоровью (R^l)	Категория риска
Деятельность обрабатывающих производств	4,74	0,0084	0,225037	9,0E-03	Чрезвычайно высокий
Сбор и очистка воды	4,14	0,0367	0,019504	2,96E-03	Чрезвычайно высокий
Деятельность полигонов твердых бытовых отходов	8,32	0,0042	0,001886	6,59E-05	Значительный

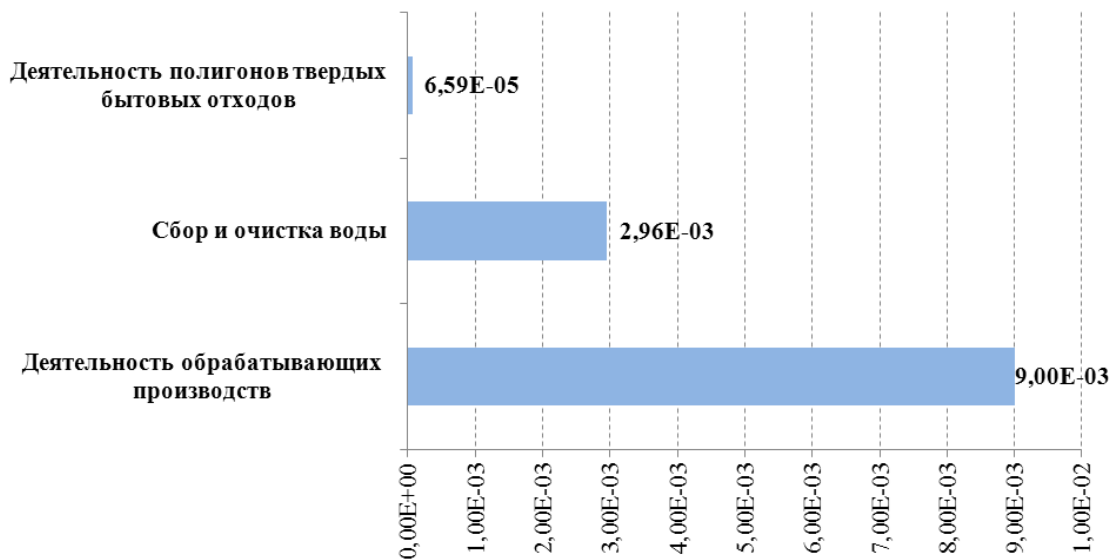


Рисунок 3.3 – Соотношение показателя потенциального риска причинения вреда здоровью (R^l) в разрезе реализуемых ПАО «РУСАЛ Братск» видов деятельности

К приоритетным видам деятельности данного хозяйствующего субъекта, относящимся к высоким категориям по потенциальному риску причинения вреда здоровью и по численности населения под воздействием, можно отнести «Деятельность обрабатывающих производств» – $R^l = 9,0E-03$ (чрезвычайно высокий риск), «Сбор и очистка воды» – $R^l = 2,96E-03$ (чрезвычайно высокий риск).

Сравнительный анализ Филиала АО «Группа Илим» в Братске и ПАО «РУСАЛ Братск», реализующих аналогичные виды деятельности, показал, что при осуществлении деятельности обрабатывающих производств оба предприятия относятся к категории чрезвычайно высокого потенциального риска причинения вреда здоровью, при этом уровень данного риска у ПАО «РУСАЛ Братск» в 1,3 раза превышает аналогичный показатель у Филиала АО «Группа Илим» в Братске. Данные различия обусловлены численностью населения под воздействием при осуществлении деятельности обрабатывающих производств: Филиал АО «Группа Илим» в Братске – порядка 180 тыс. человек (79,6 % от общей численности населения города), ПАО «РУСАЛ Братск» – практически все население города (порядка 225 тыс. человек, в том числе 45 тыс. детей от 0 до 17 лет).

Таким образом, градообразующие хозяйствующие субъекты ПАО «РУСАЛ Братск» и Филиал АО «Группа Илим» в Братске по основным видам деятельности обладают чрезвычайно высоким потенциальным риском причинения вреда здоровью. Масштаб воздействия составляет порядка 225 тыс. человек.

3.3 Оценка неканцерогенного и канцерогенного риска развития заболеваний

Идентификация потенциальной опасности компонентов выбросов в атмосферный воздух от источников изучаемых хозяйствующих субъектов и автотранспорта (формальдегид) позволила установить, что из 39 загрязняющих примесей для 35 количественно оценены параметры опасности (референтные концентрации) развития неканцерогенных эффектов со стороны критических органов и систем при ингаляционном поступлении [148]. При этом для 25 загрязняющих веществ установлены референтные концентрации, позволяющие оценить риски при острых и хронических воздействиях, для 11 веществ – только при хронических воздействиях.

Для идентификации опасности развития канцерогенных эффектов при ингаляционном поступлении загрязняющих веществ установлено, что в соответствии с СанПиН 1.2.2353-08 «Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности» из изучаемого перечня к канцерогенам относятся никель, хром (VI), бензол, бенз(а)пирен, масло минеральное (нефтяное). В соответствии с классификацией МАИР к канцерогенам категории 1 относятся бензол, хром (VI) (вещества, канцерогенные для человека), категория 2А и 2В – бенз(а)пирен, формальдегид, свинец, бензин, никель, углерод черный и этилбензол (вещества, весьма и вероятно канцерогенные для человека).

Результаты оценки ранжирования веществ по критериям индексов сравнительной канцерогенной и неканцерогенной опасности для выделения приоритетных загрязнителей, обладающих потенциальной опасностью для здоровья населения, представлены в Таблице 3.15.

В перечень приоритетных потенциально опасных для здоровья веществ с учетом их класса опасности (преимущественно 1–3 класс) и наличия установленных критических органов и систем при ингаляционном поступлении включено 35 примесей (ранжирование выполнено по убыванию HRI): фториды твердые, фтористый водород, углерода оксид, серы диоксид, мазутная зола ТЭС, бенз(а)пирен, азота диоксид, взвешенные вещества, азота оксид, метилмеркаптан, диАлюминий триоксид, сероводород, диметилсульфид, серная кислота, фенол, водорода хлорид, углерод черный, водород цианид, хром (VI), натрия гидроокись, формальдегид, аммиак, марганец, хлор, бензин нефтяной, никель оксид, ксилол, медь оксид, бензол, пыль неорганическая с SiO₂ 70-20 %, метиловый спирт, масло минеральное нефтяное, толуол, этилбензол, свинец, в том числе 17 веществ являются потенциально опасными при остром ингаляционном воздействии. Из представленного перечня 9 веществ обладают потенциальной канцерогенной опасностью при ингаляционном воздействии (в порядке убывания HRIc): бенз(а)пирен, хром (VI), углерод черный, формальдегид, бензин нефтяной, бензол, никеля оксид, этилбензол, свинец. Из 35 потенциально опасных веществ информация о содержании в атмосферном воздухе имеется для 26.

Таблица 3.15 – Результаты ранжирования химических веществ – компонентов выбросов в атмосферный воздух от источников хозяйствующих субъектов по производству алюминия и целлюлозно-бумажной продукции (по данным формы 2-ТП «Воздух» для ПАО «РУСАЛ Братск» и АО «ИЛИМ» в Братске, среднее за 2016-2018 гг.), автотранспорта (среднее за 2016-2018 гг.)

Код	Наименование веществ	Суммарный валовый выброс в атмосферу, т/год	ПДКс.с., мг/м ³	Класс опасности вещества	Референтная концентрация для хронического действия (RFC), мг/м ³	Канцерогенная опасность (по группе МАИР)	Фактор канцерогенного потенциала (SFi)	Индекс сравнительной неканцерогенной опасности (HRI)	Индекс сравнительной канцерогенной опасности (HRIc)	Ранг по неканцерогенному действию	Ранг по канцерогенному действию	Критические органы и системы при хроническом ингаляционном поступлении
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
304	Азота (II) оксид	278,717	–	3	0,06	–	–	627216,4	–	9	–	Органы дыхания, кровь
301	Азота диоксид	886,832	0,1	3	0,04	–	–	1995700,1	–	7	–	
101	диАлюминия триоксид (в пересчете на алюминий)	14,864	0,01	2	0,005	–	–	334495,0	–	11	–	ЦНС, органы дыхания, костная система
303	Аммиак	4,116	0,1	4	0,1	–	–	9262,5	–	22	–	Органы дыхания
2704	Бензин нефтяной (в пересчете на углерод)	0,847	1,5	4	0,071	2B	0,035	1906,1	78,8	25	5	Глаза, органы дыхания, печень, почки, ЦНС
703	Бенз/а/пирен	2,336	0,000001	1	0,000001	2A	3,9	5256864,3	877644,3	6	1	Иммунная система, развитие
602	Бензол	0,022	0,06	2	0,03	1	0,027	49,5	60,8	29	6	Развитие, кровь, ЦНС, иммунная, репродуктивная системы, ССС
2902	Взвешенные вещества	762,762	0,15	3	0,075	–	–	1716496,7	–	8	–	Органы дыхания
316	Водород хлорид	26,34	0,1	2	0,02	–	–	59274,7	–	16	–	Органы дыхания

Продолжение таблицы 3.15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1071	Фенол	3,85	0,006	2	0,006	–	–	86639,2	–	15	–	ССС, почки, ЦНС, печень, органы дыхания
333	Сероводород	13,811	–	2	0,002	–	–	310798,6	–	12	–	–
123	диЖелезо триоксид	0,003	0,04	3	0,04	–	–	6,8	–	33	–	–
616	Ксилол (смесь о-, м-, п-изомеров)	0,053	–	3	0,1	–	–	119,3	–	27	–	ЦНС, органы дыхания, почки, печень
1707	Диметилсульфид	90,157	–	4	0,029	–	–	202886,6	–	13	–	Метаплазия эпителия
128	Кальций оксид	46,882	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2904	Мазутная зола ТЭС (в пересчете на ванадий)	2,558	0,002	2	0,00007	–	–	5756446,5	–	5	–	Органы дыхания
143	Марганец и его соединения (в пересчете на марганца (IV) оксид)	0,0032	0,001	2	0,00005	–	–	7201,2	–	23	–	ЦНС, органы дыхания
2735	Масло минеральное нефтяное	0,006	–	–	0,05	–	–	13,5	–	32	–	Печень, почки, органы дыхания
146	Медь (II) оксид	0,00021	0,002	2	0,00002	–	–	472,6	–	28	–	Органы дыхания, системное действие
1052	Метиловый спирт	0,748	0,5	3	4	–	–	16,8	–	31	–	Процессы развития
621	Толуол	0,054	–	3	0,4	–	–	12,2	–	34	–	ЦНС, развитие, органы дыхания
1715	Метилмеркаптан	1,604	–	4	0,001	–	–	360959,3	–	10	–	Органы дыхания, ЦНС
150	Натрия гидроокись	0,555	–	–	0,002	–	–	12489,4	–	20	–	Органы дыхания
164	Никель оксид	0,00024	0,001	2	0,00002	2В	0,84	540,1	54,0	26	7	Органы дыхания, кровь
2908	Пыль неорганическая: SiO ₂ 20-70 %*	0,016	0,1	3	0,1	–	–	36,0	–	30	–	Органы дыхания, иммунная система

Продолжение таблицы 3.15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2909	Пыль неорганическая: SiO ₂ ниже 20 %*	4311,3	0,15	3	–	–	–	–	–	–	–	–
184	Свинец и его неорганические соединения (в пересчете на свинец)	0,00001	0,0003	1	0,0005	2А	0,042	2,3	0,002	36	9	ЦНС, кровь, развитие, эндокринная и репродуктивная система, почки
317	Водород гидроцианид	1,108	0,01	2	0,003	–	–	24930,0	–	18	–	ССС, ЦНС, эндокринная система
330	Сера диоксид	6401,58	0,05	3	0,05	–	–	14405923,6	–	4	–	Органы дыхания,
322	Серная кислота	0,516	0,1	2	0,001	–	–	116119,1	–	14	–	Органы дыхания
2748	Скипидар	132,276	1,0	4	–	–	–	–	–	–	–	–
328	Углерод черный (сажа)	19,564	0,05	3	0,05	2В	0,017	44026,2	44026,2	17	2	Органы дыхания, системное действие, зубы
337	Углерод оксид	68339,34	3	4	3	–	–	15378880,0	–	3	–	Кровь, СССР, процессы развития, ЦНС
342	Фтористый водород	1195,63	0,014	2	0,014	–	–	26906098,8	–	2	–	Костная система, органы дыхания
344	Фториды твердые	1735,87	0,03	2	0,013	–	–	39063497,7	–	1	–	Костная система, органы дыхания
1325	Формальдегид	0,496	0,01	2	0,003	2А	0,046	11161,8	1116,2	21	4	Органы дыхания, глаза, иммунная система
349	Хлор	12,445	0,03	2	0,0002	–	–	2800,5	–	24	–	Органы дыхания
203	Хром (VI) (в пересчете на хром (VI) оксид)	0,00981	0,0015	1	0,0001	1	42	22076,1	22076,1	19	3	Органы дыхания, печень, почки, ЖКТ, слизистые
627	Этилбензол	0,011	–	3	1	2В	0,00385	2,5	2,5	35	8	Развитие, печень, почки, эндокринная система

Перечень критических органов и систем, со стороны которых можно ожидать развитие негативных неканцерогенных эффектов при хроническом аэрогенном комбинированном воздействии примесей, по результатам идентификации опасности включает: органы дыхания; центральную и вегетативную нервную системы; кровь и процессы кроветворения; эндокринную и репродуктивную системы, почки, иммунную систему, системное действие; сердечно-сосудистую систему; костную систему, печень, глаза.

Таким образом, в результате идентификации потенциальной опасности для здоровья установлен перечень приоритетных веществ, состоящий из 26 примесей, включенных в последующую оценку риска.

Результаты оценки неканцерогенного риска здоровью населения при остром ингаляционном воздействии потенциально опасных химических веществ представлены в Таблице 3.16.

Таблица 3.16 – Коэффициент опасности развития неканцерогенных эффектов при остром ингаляционном воздействии потенциально опасных химических веществ

Наименование вещества	Референтная концентрация (ARFC), мг/м ³	Коэффициент опасности (HQ)	
		средний	максимальный
Азота диоксид	0,47	0,79	1,30
Азота оксид	0,72	0,15	1,16
Бензол	0,15	0,19	0,78
Взвешенные вещества	0,3	2,41	6,41
Фенол	6	0,00	0,01
Сероводород	0,1	0,07	0,30
Ксилол	4,3	0,02	0,13
Метиловый спирт	30	0,00	0,00
Толуол	3,8	0,01	0,05
Сера диоксид	0,66	0,13	0,54
Углерод оксид	23	0,20	0,86
Формальдегид	0,048	0,76	2,37
Фтористый водород	0,25	0,11	0,38
Хлор	0,2	0,07	0,75
Этилбензол	1	0,02	0,19

Примечание – шрифтом выделены значения HQ > 1.

Оценка риска здоровью при остром ингаляционном воздействии потенциально опасных химических веществ выявила превышение допустимого уровня

коэффициента опасности (максимально до 6,41 раза) по взвешенным веществам, азота оксида и диоксида, формальдегида, натрий гидроксида. Для остальных изучаемых веществ не установлено превышений допустимого значения коэффициента опасности.

Расчет индекса неканцерогенной опасности при остром комбинированном ингаляционном воздействии веществ показал, что риск развития негативных эффектов у населения превышает допустимый уровень индекса опасности (максимально до 14,45 раза) для органов дыхания и зрения (основной вклад до 16,4–68,1 % обуславливают формальдегид и взвешенные вещества); системного действия (вклад до 100 % взвешенных веществ); процессов развития (вклад углерод оксида до 47 %) (Таблица 3.17).

Таблица 3.17 – Индекс опасности (ИП) развития неканцерогенных эффектов в условиях острого комбинированного ингаляционного воздействия потенциально опасных химических веществ

Индекс опасности (ИП)	Критические органы и системы							
	Органы дыхания	Системное действие	Органы зрения	Процессы развития	ССС	Иммунная система	Репродуктивная система	ЦНС
Среднее значение	4,64	2,41	0,89	0,41	0,20	0,19	0,19	0,01
Максимальное значение	14,45	6,41	3,48	1,83	0,86	0,78	0,78	0,05

Результаты оценки неканцерогенного риска здоровью населения при хроническом ингаляционном воздействии потенциально опасных химических веществ представлены в Таблице 3.18.

Оценка риска здоровью при хроническом ингаляционном воздействии веществ выявила превышение допустимого уровня коэффициента опасности (максимального до 19,98 раза) по бенз(а)пирену, формальдегиду, взвешенным веществам, сероводороду, метилмеркаптану, марганцу, никеля оксиду, серы диоксиду, азота диоксиду, фенолу, фториду водорода. Для остальных веществ не установлено превышений допустимого значения коэффициента опасности.

Таблица 3.18 – Коэффициент опасности развития неганцерогенных эффектов при хроническом ингаляционном воздействии потенциально опасных химических веществ

Наименование вещества	Референтная концентрация (RFC), мг/м ³	Коэффициент опасности (HQ)	
		средний	максимальный
Азота диоксид	0,04	1,72	2,08
Азота оксид	0,06	0,43	0,43
Алюминия оксид	0,005	0,25	0,25
Бенз(а)пирен	0,000001	13,57	19,98
Бензол	0,03	0,25	0,57
Взвешенные вещества	0,075	5,21	8,68
Фенол	0,006	1,38	1,56
Сероводород	0,002	2,44	4,59
Ксилол	0,1	0,14	0,16
Марганец и его соединения	0,00005	1,26	3,09
Медь оксид	0,00002	1,0	1,20
Метиловый спирт	4	0,07	0,14
Толуол	0,4	0,04	0,34
Метилмеркаптан	0,001	1,48	3,94
Никель оксид	0,00002	2,47	2,72
Свинец и его соединения	0,0005	0,06	0,20
Сера диоксид	0,05	1,33	2,50
Углерод оксид	3,0	0,26	0,55
Формальдегид	0,003	8,45	10,02
Фторид водорода	0,014	0,79	1,55
Фториды твердые	0,013	0,58	0,68
Хлор	0,0002	0,04	0,25
Хром (VI)	0,0001	0,58	0,64
Этилбензол	1	0,01	0,01

Примечание – шрифтом выделены значения HQ > 1 .

Расчет индекса неканцерогенной опасности при хроническом комбинированном ингаляционном воздействии веществ показал, что риск развития негативных эффектов превышает допустимый уровень индекса опасности (максимально до 45,32 раза) для органов дыхания и зрения (основной вклад до 19,2–100,0 % связан со взвешенными веществами и формальдегидом), иммунной системы и процессов развития (основной вклад бенз(а)пирена до 58,1–91,7 %), ЦНС и ВНС (основной вклад марганца и никеля оксида до 28,8–100,0 %), сердечно-сосудистой системы, печени и почек (основной вклад фенола до 58,2–60,7 %), костной систем (вклад фторида водорода до 62,5 %), системного действия (вклад взвешенных веществ до

87,6 %); крови (вклад никеля оксида и азота диоксида до 41,5–31,8 %) (Таблица 3.19).

Таблица 3.19 – Индекс опасности развития неканцерогенных эффектов в условиях хронического комбинированного ингаляционного воздействия потенциально опасных химических веществ

Критические органы и системы	Индекс опасности (ИИ)	
	средний	максимальный
Органы дыхания	29,75	45,32
Иммунная система	25,40	34,37
Процессы развития	14,26	21,79
Органы зрения	8,46	10,15
Системное действие	6,21	9,91
ЦНС	6,11	9,44
Система крови	5,19	6,55
Вегетативная нервная система	1,26	3,09
Сердечно-сосудистая система	1,89	2,68
Почки	2,17	2,57
Печень	2,17	2,57
Костная система	1,62	2,48
Репродуктивная система	0,31	0,77
Эндокринная система	0,07	0,21
Примечание – шрифтом выделены значения ИИ > 1.		

Оценка максимальных значений коэффициентов и индексов опасности хронического перорального воздействия воды системы ЦХПВ и почвы показала отсутствие недопустимых уровней при комбинированном воздействии веществ с однонаправленным токсическим действием (из воды: HQ и HI от 0,01 до 0,24; из почвы: HQ и HI <0,001).

Оценка риска развития неканцерогенных эффектов при многосредовом воздействии потенциально опасных химических веществ показала, что суммарный индекс опасности практически не отличается от индекса опасности при комбинированном ингаляционном воздействии. Значения максимального ТИИ составили 45,32 (Таблица 3.20). Пречень критических органов и систем не изменился.

Вклад загрязнений при воздействии с атмосферным воздухом, питьевой водой и почвой в уровень суммарного индекса опасности представлен в Таблице 3.21. Оценка вкладов показала, что атмосферный воздух является приоритетным объектом воздействия на установленные критические органы и системы (вклад

98,2–100 %). Исключением является ЖКТ, у которого риск развития нарушений на 100 % связан с воздействием загрязнений с питьевой водой.

Таблица 3.20 – Суммарный индекс опасности развития неканцерогенных эффектов при многосредовом воздействии потенциально опасных химических веществ

Суммарный индекс опасности (ТНІ)	ЦНС	Органы зрения	Органы дыхания	Система крови	Иммунная система	Процессы развития	Репродуктивная система
Среднее значение	7,49	8,46	29,75	5,23	25,40	14,26	0,31
Максимальное значение	9,50	10,15	45,32	6,74	34,37	27,79	0,77
Суммарный индекс опасности (ТНІ)	Эндокринная система	ВНС	Почки	Печень	Костная система	ССС	ЖКТ
Среднее значение	0,07	1,96	2,17	2,17	1,78	1,95	0,01
Максимальное значение	0,21	3,09	2,57	2,58	2,72	2,81	0,02

Таблица 3.21 – Вклад объектов среды обитания в величину индекса опасности при многосредовом овоздействии химических веществ, %

Вклад объекта в ТНІ	ЦНС			Органы дыхания		
	Воздух	Вода	Почва	Воздух	Вода	Почва
Среднее значение	99,48	0,52	<0,01	100,00	0,00	0,00
Максимальное значение	99,74	0,89	<0,01	100,00	0,00	0,00
Вклад	Система крови			Иммунная система		
	Воздух	Вода	Почва	Воздух	Вода	Почва
Среднее значение	98,39	1,61	<0,01	100,00	0,00	0,00
Максимальное значение	99,44	4,57	<0,01	100,00	0,00	0,00
Вклад	Процессы развития			Репродуктивная система		
	Воздух	Вода	Почва	Воздух	Вода	Почва
Среднее значение	100,00	0,00	<0,01	100,00	0,00	<0,01
Максимальное значение	100,00	0,00	<0,01	100,00	0,00	<0,01
Вклад	Гормональная система			Почки		
	Воздух	Вода	Почва	Воздух	Вода	Почва
Среднее значение	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	<0,01
Максимальное значение	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	<0,01
Вклад	Печень			Костная система		
	Воздух	Вода	Почва	Воздух	Вода	Почва
Среднее значение	99,28	0,72	<0,01	100,00	0,00	0,00
Максимальное значение	99,44	0,91	<0,01	100,00	0,00	0,00
Вклад	Сердечно-сосудистая система			ЖКТ		
	Воздух	Вода	Почва	Воздух	Вода	Почва
Среднее значение	95,97	4,03	<0,01	0,00	100,00	<0,01
Максимальное значение	98,19	12,15	<0,01	0,00	100,00	<0,01
Вклад	ВНС			Органы зрения		
	Воздух	Вода	Почва	Воздух	Вода	Почва
Среднее значение	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Максимальное значение	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00

Оценка результатов пространственного зонирования территории селитебной застройки по уровню неканцерогенного риска здоровью при длительном аэрогенном воздействии идентифицированных факторов показала, что зона экспозиции, формирующая недопустимые риски здоровью, покрывает всю территорию ЦТО и выходит за его пределы. Оценка пространственного распределения недопустимого риска (по критерию развития негативных эффектов со стороны органов дыхания) по степени его выраженности свидетельствует, что практически 70 % селитебной территории находится в зоне высокого и очень высокого уровня риска (Рисунок 3.4).

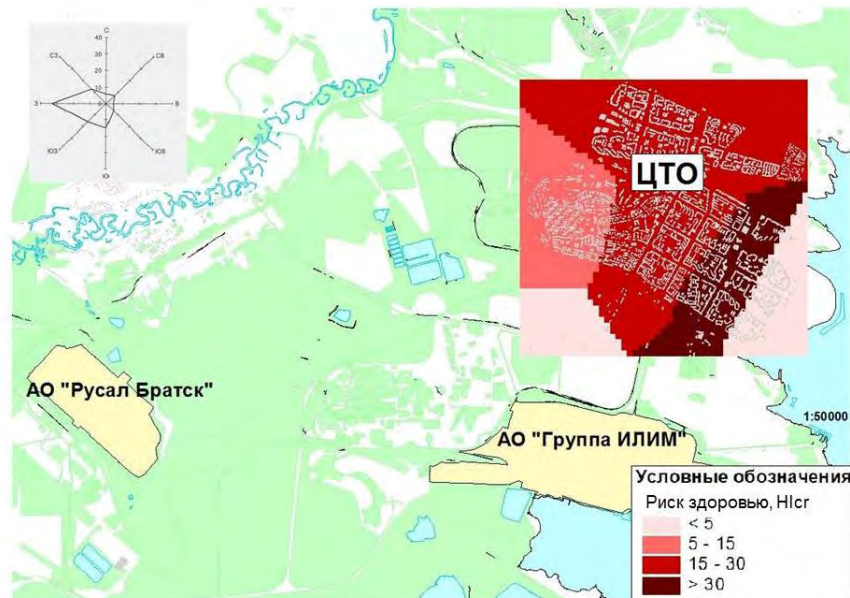


Рисунок 3.4 – Пространственное распределение риска здоровью (органы дыхания) населения селитебной застройки при хроническом аэрогенном воздействии идентифицированных химических факторов риска

Пространственное распределение в селитебной застройке значений рисков явилось основанием для выделения зон неприемлемого риска и определения количества населения, подвергающегося воздействию. Установлено, что всего в зоне неприемлемого риска здоровью проживает 133 200 человек (59,2 % от общей численности населения города), из них старше 18 лет – 106 100 человек (47,1 %), в возрасте от 0 до 17 лет – 27 200 человек (12,1 %). В зоне наибольшего риска

находится 26 600 человек (11,8 %), в том числе в возрасте от 0 до 17 лет – 5 500 человек (2,3 %).

Результаты оценки индивидуального канцерогенного риска для населения в условиях поступления потенциально опасных химических веществ из атмосферного воздуха представлены в Таблице 3.22.

Таблица 3.22 – Индивидуальный канцерогенный риск для населения селитебной застройки при воздействии потенциально опасных химических веществ с атмосферным воздухом

Наименование вещества	Уровень индивидуального канцерогенного риска (CR)		Максимальный вклад в суммарный индивидуальный канцерогенный риск, %
	средний	максимальный	
Бенз(а)пирен	6,17E-06	9,09E-06	1,8
Бензол	2,31E-05	2,32E-05	4,4
Никель оксид	1,21E-05	1,33E-05	2,5
Свинец	1,38E-07	4,90E-07	0,08
Формальдегид	1,36E-04	1,61E-04	30,8
Хром (VI)	2,85E-04	3,13E-04	59,9
Этилбензол	2,44E-06	2,73E-06	0,52
Суммарный индивидуальный канцерогенный риск (CRsum)	4,65E-04	5,23E-04	100,0

Оценка полученных результатов показала, что в условиях комбинированного ингаляционного воздействия исследуемых канцерогенных веществ значения среднего и максимального уровня суммарного индивидуального канцерогенного риска являются неприемлемыми, так как в 4,7 и 5,2 раза соответственно превышают верхнюю границу допустимого уровня для населения. Основной вклад в величину суммарного канцерогенного риска при аэрогенном воздействии связан с формальдегидом и хромом (VI) (до 30,8–59,9 %). Прогнозируемый популяционный канцерогенный риск для населения составляет максимально 118 дополнительных (к фоновому) случаев рака, которые могут возникнуть в течение жизни человека (~70 лет), или 1,7 случая в год.

При пероральном поступлении канцерогенных химических веществ из питьевой воды и почвы уровень максимального риска для населения составляет $2,8E-06$ и $5,76E-08$ соответственно и оценивается как приемлемый.

Оценка вклада в неканцерогенный риск здоровью населения при аэрогенном воздействии загрязнений, связанных с деятельностью изучаемых хозяйствующих субъектов, показала, что компоненты пылегазовых выбросов ПАО «РУСАЛ Братск» формируют вклад (более 3 %) в острый риск нарушений процессов развития 35,8 % (вклад в НИ углерода оксида 100,0 %), органов дыхания 17,1 % (вклад взвешенных веществ, фторида водорода, серы диоксида 22,5–41,0 %, азота диоксида 5,1 %); в хронический риск нарушений процессов развития и иммунной системы 99,8 % (вклад бенз(а)пирена 99,3–100 %), костной системы 100,0 % (фторида водорода и фторидов твердых 39,0–61,0 %), ВНС 76,0 % (марганца 100,0 %), ССС 63,0 % (углерода оксида 97,0 %), органов дыхания 42,6 % (фторида водорода и фторидов твердых, серы диоксида 15,7–45,5 %, алюминия 4,1 %), ЦНС 17,1 % (марганца, углерода оксида 30,5–67,4 %), системы крови и кроветворных органов (углерода оксида 82,3 %).

Вклад компонентов пылегазовых выбросов Филиала АО «Группа ИЛИМ» в Братске в острый риск нарушений процессов развития составляет 46,9 % (вклад бензола 86,8 %, углерода оксида 12,9 %), органов дыхания 30,0 % (серы диоксида, сероводорода 23,9–41,4 %, азота диоксида 9,9 %), органов зрения 18,0 % (толуола 70,0 %, ксилола и фенола 8–22,3 %); в хронический риск развития нарушений со стороны печени и почек 99,7 % (фенола 100,0 %), ЦНС 79,2 % (метилмеркаптана 93,7 %, фенола 4,97 %), органов дыхания 30,0 % (сероводорода, метилмеркаптана 36,5–57,4 %), ССС 24,3 % (фенола 92,6 %, углерода оксида 7,1 %), ВНС 12,2 % (марганца 100 %).

Таким образом, реализация алгоритма исследований, предусматривающего этап оценки риска здоровью населения, обусловленного особо высоким уровнем загрязнения воздушной среды селитебной застройки города показала, что формируемый риск здоровью составляет гигиеническую проблему. При комбинированном остром и хроническом ингаляционном воздействии потенциально опасных химических веществ риск развития неканцерогенных эффектов превышает приемлемый уровень (по величине индекса опасности) максимально до 45,3 раза в отношении развития болезней органов дыхания, иммунной, ЦНС и ВНС, сердеч-

но-сосудистой, костной систем, крови, почек, печени, органов зрения, нарушений процессов развития, системного действия. Ранжированный (по вкладу) перечень веществ, его определяющих при комбинированном ингаляционном поступлении (23 наименования из 39), включает бенз(а)пирен, формальдегид, взвешенные вещества, сероводород, метилмеркаптан, марганец, никель оксид, серы диоксид, азота диоксид, фенол, фторид водорода, меди оксид, фториды твердые, хлор, хром (VI), алюминий оксид, азота оксида, бензол, ксилол, толуол, свинец, углерода оксид, этилбензол. При этом первые 13 веществ имеют $HQ > 1$, их общий вклад в суммарную величину индекса опасности ($HI=66,63$) составляет 93,9 %. В зоне наибольшего неприемлемого риска находится более 25 тысяч человек, из них порядка 5,5 тысяч детей.

Пгт Листвянка. Риск здоровью населения оценивали только при аэрогенном воздействии, как приоритетном, изучаемых химических веществ. Показано, что острый неканцерогенный риск при комбинированном аэрогенном воздействии веществ превышает приемлемый уровень в 6,94 раза только для органов дыхания. Основной вклад в величину индекса опасности (от 28,05 % до 47,05 %) связан с содержанием в воздухе взвешенных веществ, азота оксида и диоксида, серы диоксида.

При хроническом аэрогенном воздействии установлены превышения допустимого значения коэффициента опасности только для взвешенных веществ и азота диоксида (до 1,17 и 2,28 раза соответственно) (Таблица 3.23).

Хроническое комбинированное аэрогенное воздействием химических веществ обуславливает риск развития неканцерогенных эффектов, превышающий допустимое значение индекса опасности до 7,5 раз для органов дыхания (вклад меди оксида, азота диоксида, взвешенных веществ до 14,1–30,4 %), системы крови (вклад никеля оксида, азота диоксида до 29,7–38,6 %), иммунной системы (вклад бенз(а)пирена, никеля оксида до 43,8–65,2 %), ЦНС (вклад никеля оксида, марганца фенола до 16,4–55,0 %), процессов развития (вклад бенз(а)пирена, свинца, метилового спирта до 15,8–38,6 %) (Таблица 3.24).

Таблица 3.23 – Неканцерогенный риск развития негативных эффектов со стороны здоровья населения пгт Листвянка при хроническом ингаляционном воздействии приоритетных потенциально опасных химических веществ

Наименование вещества	Коэффициент опасности (HQ)	
	средний	максимальный
Азота диоксид	<i>1,17</i>	<i>1,17</i>
Азота оксид	0,48	0,48
Бенз(а)пирен	0,52	0,98
Бензол	0,05	0,05
Взвешенные вещества	<i>2,01</i>	<i>2,28</i>
Фенол	0,26	0,26
Ксилол	0,01	0,01
Марганец и его соединения	0,31	0,31
Медь оксид	1,0	1,0
Толуол	0,01	0,01
Никель оксид	0,87	0,93
Свинец и его соединения	0,06	0,06
Сера диоксид	0,38	0,38
Углерод оксид	0,07	0,07
Фторид водорода	0,07	0,07
Фториды твердые	0,08	0,08
Хром (VI)	0,26	0,26
Примечание – шрифтом выделены значения HQ > 1.		

Таблица 3.24 – Индекс опасности (НИ) хронического ингаляционного воздействия потенциально опасных химических веществ

Критические органы и системы	Индекс опасности (НИ)			Отношение НИ Братск/Листвянка
	пгт Листвянка		г. Братск	
	средний	максимальный	максимальный	
Органы дыхания	<i>7,29</i>	<i>7,50</i>	<i>45,32</i>	6,0
Система крови	<i>3,08</i>	<i>3,14</i>	<i>6,55</i>	2,1
Иммунная система	<i>1,83</i>	<i>2,23</i>	<i>34,37</i>	15,4
Органы зрения	–	–	<i>10,15</i>	10,1
ЦНС	<i>1,63</i>	<i>1,69</i>	<i>9,44</i>	5,6
Процессы развития	0,70	<i>1,16</i>	<i>21,79</i>	18,8
Системное действие	–	–	<i>9,91</i>	9,9
ССС	0,37	0,37	<i>2,68</i>	7,2
ВНС	0,31	0,31	<i>3,09</i>	10,0
Почки	0,33	0,33	<i>2,57</i>	7,8
Печень	0,27	0,27	<i>2,57</i>	9,5
Костная система	0,15	0,15	<i>2,48</i>	16,5
Репродуктивная система	0,11	0,11	<i>0,77</i>	7,0
Эндокринная система	0,06	0,06	<i>0,21</i>	3,5
Примечание – шрифтом выделены значения НИ > 1.				

Результаты оценки индивидуального канцерогенного риска показали, что максимальный уровень в 1,35 раза превышает верхнюю границу допустимого уровня. Основной вклад (до 99,61 %) обусловлен хромом (VI).

Сравнительная оценка индексов неканцерогенной и канцерогенной опасности показала, что величина максимальных значений индексов неканцерогенной опасности для здоровья населения г. Братск от 2,1 до 18,8 раза превышает данный показатель в пгт Листвянка. Спектр химических веществ, формирующих риски, и перечень критических органов и систем, со стороны которых можно ожидать развитие негативных эффектов, в г. Братск в 1,6 и 2,4 раза соответственно больше аналогичных показателей в пгт Листвянка. Максимальный индекс канцерогенной опасности в 3,9 раза выше показателя в пгт Листвянка.

Таким образом, пгт Листвянка Иркутской области является репрезентативной территорией по качеству атмосферного воздуха и уровню формируемых рисков здоровью, и ее использовали в качестве сравнения при проведении дальнейших исследований.

ГЛАВА 4 ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ В ЗОНЕ АЭРОГЕННОЙ ЭКСПОЗИЦИИ ВЕДУЩИМИ ФАКТОРАМИ РИСКА

4.1 Сравнительный анализ и оценка распространенности структурно-динамических показателей смертности и заболеваемости населения в зоне аэрогенной экспозиции

4.1.1 Сравнительный анализ и оценка смертности населения

Реализация предложенного алгоритма исследований, предусматривающего структурно-динамический анализ медико-демографических показателей (по данным форм государственной статотчетности), позволила установить, что средне-многолетний показатель (за 2014-2018 гг.) общей смертности всего населения территории исследования составил 16,51 сл./1000 населения и превысил среднеобластной и среднероссийский показатели в 1,2 и 1,3 раза соответственно (Таблица 4.1). Среднемноголетний показатель смертности детского населения составил 0,79 сл./1000 детского населения и превысил среднеобластной показатель в 2,2 раза; взрослого населения – 16,34 сл./1000 взрослого населения и превысил среднероссийский показатель в 1,1 раза. Неблагоприятная тенденция общей смертности отмечена в группе взрослого населения (темп прироста 0,37 %) при положительной динамике среднеобластного и среднероссийского показателей.

Анализ структуры причин смертности всего населения показал, что в 2018 году, как и в предшествующие пять лет, первые три места занимали болезни системы кровообращения (48,42 %), новообразования (18,89 %) и травмы, отравления (9,6 %) (Рисунок 4.1).

Таблица 4.1 – Динамика показателей общей смертности населения территорий исследования за 2014–2018 гг., сл./1000 населения (по данным форм федерального статистического наблюдения)

Категория населения	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее значение за 2014–2018 гг.	Темп прироста 2018 г. к 2014 г., %
г. Братск							
Все население	16,51	16,65	17,17	15,76	16,46	16,51	-0,26
Детское население	1,20	0,80	0,75	0,53	0,65	0,79	-45,66
Взрослое население	16,26	16,48	17,01	15,64	16,32	16,34	+0,37
Иркутская область							
Все население	13,72	13,63	13,42	12,91	13,08	13,35	-4,63
Детское население	0,43	0,36	0,32	0,33	0,31	0,35	-26,79
Взрослое население	17,34	17,41	17,27	16,68	16,98	17,14	-2,01
Российская Федерация							
Все население	12,84	13,02	12,88	12,43	12,46	12,73	-2,96
Детское население	0,96	0,87	0,84	0,81	0,79	0,85	-17,21
Взрослое население	15,68	16,02	15,92	15,44	15,52	15,72	-1,04

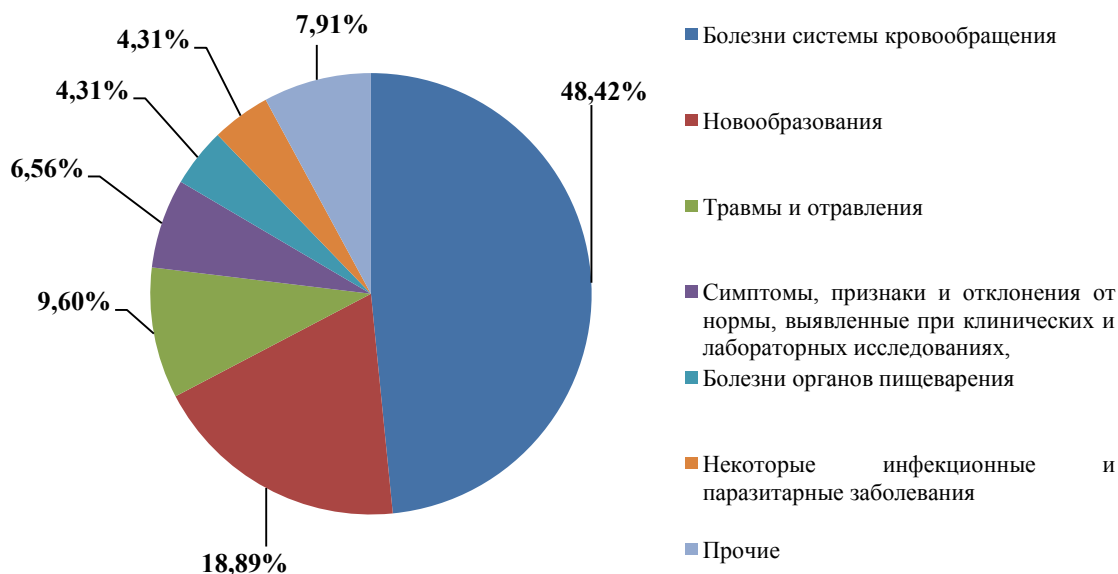


Рисунок 4.1 – Структура приоритетных причин смертности всего населения территории исследования, 2018 г.

Анализ динамики показателей смертности всего населения по причинам, возможно связанным с действием химических факторов риска, позволил выявить отрицательную тенденцию смертности в большей степени по причине болезней кожи и подкожной клетчатки и эндокринной системы (на 300,0–1033,33 %), в

меньшей степени по причине новообразований, болезней нервной и мочеполовой системы (на 23,90–55,56 %), (Таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Динамика показателей причин смертности всего населения территории исследования за 2014–2018 гг.

Класс болезней по МКБ-10	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее значение за 2014–2018 гг., сл./1000 населения	Темп прироста в 2018 г. к 2014 г., %
A00-B99 Инфекционные и паразитарные болезни	0,43	0,65	0,82	0,76	0,71	0,67	+65,12
C00-D48 Новообразования	2,51	2,63	2,65	2,71	3,11	2,72	+23,90
D50-D89 Болезни крови и кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	-66,67
E00-E90 Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	0,03	0,31	0,49	0,41	0,34	0,32	+1033,33
G00-G99 Болезни нервной системы	0,17	0,13	0,3	0,57	0,22	0,28	+29,41
H00-H59 Болезни глаза и его придаточного аппарата	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	–
H60-H95 Болезни уха и сосцевидного отростка	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	–
I00-I99 Болезни системы кровообращения	8,52	8,72	8,66	7,45	7,97	8,26	-6,46
J00-J99 Болезни органов дыхания	0,70	0,62	0,72	0,44	0,44	0,58	-37,14
K00-K93 Болезни органов пищеварения	0,00	0,93	0,74	0,65	0,71	0,61	–
L00-L99 Болезни кожи и подкожной клетчатки	0,01	0,01	0,02	0,01	0,04	0,02	+300,00
M00-M99 Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	0,02	0,00	0,05	0,03	0,02	0,02	0,00
N00-N99 Болезни мочеполовой системы	0,09	0,12	0,12	0,13	0,14	0,12	+55,56
O00-O99 Осложнения беременности и родов	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	–
P00-P96 Отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде	0,07	0,06	0,05	0,02	0,04	0,05	-42,86
Q00-Q99 Врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения	0,05	0,03	0,02	0,04	0,05	0,04	0,00
Примечание – при нулевых значениях показателя в 2014 г. или 2018 г. темп прироста не рассчитывали.							

Ежегодный прирост смертности отмечен в классе новообразований и болезней мочеполовой системы. Остальные причины смерти имели волнообразный характер динамики.

Анализ структуры смертности взрослого населения (Рисунок 4.2) показал, что первые три ранговых места также занимали болезни системы кровообращения (48,84 %), новообразования (19,06 %), травмы и отравления (9,38 %). Темпы прироста показателей смертности за 5 лет у взрослого населения были аналогичны темпам прироста и перечню причин у всего населения (Таблица 4.3).

Анализ структуры смертности детского населения показал, что причинами смерти, кроме травм и отравлений (33,85 %), в 2018 году являлись: отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде (29,23 %); врожденные аномалии (пороки развития) (23,07 %); симптомы, признаки и отклонения от нормы (7,69 %); болезни нервной системы и эндокринной системы (по 3,08 %). За период 2014–2018 гг. структура смертности детского населения претерпевала изменения.

Основными причинами смерти у детского населения являлись врожденные аномалии, среднесуточные показатели которых отличались значительным уровнем (0,11 %), превышающим среднеобластные и среднероссийские показатели в 3,3 и 1,4 раза соответственно; новообразования (0,04 %), превышающие среднеобластные показатели в 1,3 раза; отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде (0,05 %), при нулевых значениях среднеобластных и среднероссийских показателей.

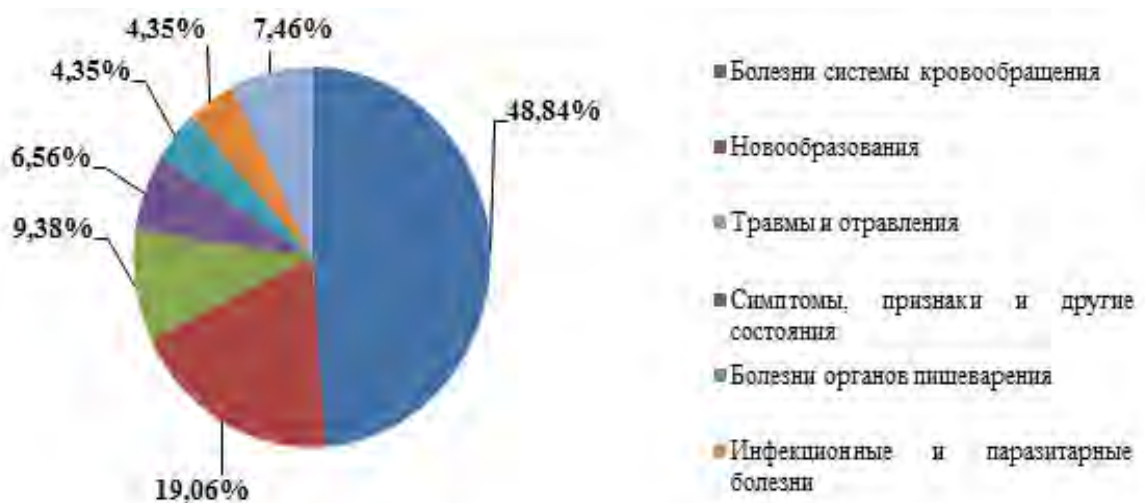


Рисунок 4.2 – Структура причин смертности взрослого населения территории исследования, 2018 г.

Таблица 4.3 – Сравнительный анализ показателей смертности взрослого населения территории исследования и территории сравнения по классам болезней

Класс болезней	г. Братск		пгт Листвянка	Отношение Братск / Листвянка по средним	Достоверность различий средних, $p \leq 0,05$
	среднее значение за 2014–2018 гг., сл./ 1000 взрослых	темп прироста в 2018 г. к 2014 г., %	среднее значение за 2014–2018 гг., сл./ 1000 взрослых		
Всего	16,34	+0,37	3,51	4,7	0,0001
По причинам:					
A00-B99 Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	0,67	+65,12	0,34	1,5	0,0001
C00-D48 Новообразования	2,71	+24,40	0,45	6,0	0,0001
D50-D89 Болезни крови и кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	0,02	-50,00	0,11	0,18	0,002
E00-E90 Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	0,32	+1033,33	0,0	–	0,01
G00-G99 Болезни нервной системы	0,27	+40,00	0,0	–	–
H00-H59 Болезни глаза и его придаточного аппарата	0,00	–	0,0	0,00	–
H60-H95 Болезни уха и сосцевидного отростка	0,00	–	0,0	0,00	–
I00-I99 Болезни системы кровообращения	8,26	-6,46	1,81	4,56	0,0001
J00-J99 Болезни органов дыхания	0,58	-36,23	1,13	0,51	0,005
K00-K93 Болезни органов пищеварения	0,61	–	0,00	0,00	0,002
L00-L99 Болезни кожи и подкожной клетчатки	0,02	+300,00	0,00	0,00	0,13
M00-M99 Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	0,02	0,00	0,00	0,00	0,36
N00-N99 Болезни мочеполовой системы	0,12	+55,56	0,00	0,00	0,58
O00-99 Осложнения беременности и родов	0,00	–	0,00	0,00	–
P00-P96 Отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде	0,00	–	0,00	0,00	–
Q00-Q99 Врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения	0,02	+100,00	0,00	0,00	–
Примечания					
1 – при нулевых значениях показателя в 2014 г. или в 2018 г. темп прироста не рассчитывали.					
2 – при нулевых значениях среднего показателя за 2014-2018 гг. по данной причине смерти кратность превышения показателей не рассчитывали, ставили знак «–».					

Сравнительный анализ показателей смертности населения позволил установить, что на территории исследования уровень смертности взрослого населения в течение 2014–2018 гг. стабильно превышал показатель территории сравнения. В среднем превышение составило 4,7 раза ($p=0,0001$). Анализ причин смертности

взрослого населения показал, что случаи смерти зарегистрированы по 12 из 16 анализируемых причин, что в 2,4 раза больше чем, на территории сравнения зарегистрированы только по 4 причинам, относящимся к неинфекционным – новообразования, болезни крови, кроветворных органов и нарушений, вовлекающих иммунный механизм, болезни кровообращения, болезни органов дыхания). При этом показатель смертности по приоритетным причинам (злокачественные новообразования и болезни системы кровообращения) в среднем в 4,6–6,0 раза превышал показатели территории сравнения.

Сравнительный анализ общей смертности детского населения показал, что на территории исследования ежегодно регистрируют случаи смерти в диапазоне от 0,65 до 1,2/1000 детского населения. В числе приоритетных причин преобладают врожденные аномалии, новообразования, отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде. На территории сравнения смертность детского населения была зарегистрирована только в 2015 г. по причине отдельных состояний перинатального периода, составивших 3,09 сл./1000 детского населения.

Таким образом, анализ смертности населения, проживающего в зоне аэрогенной экспозиции ведущих факторов риска, выполненный по данным форм государственной статотчетности, свидетельствует о наличии проблемной гигиенической ситуации. Установлено, что за 2014–2018 гг. среднемноголетний показатель общей смертности всего населения в 1,2–1,3 раза превышал среднеобластной и среднероссийский показатель; детского населения – в 1,3–2,2 раза среднеобластной уровень и показатель территории сравнения; взрослого населения – в 1,1–4,7 раза среднероссийский уровень и показатель территории сравнения. Прирост показателей смертности взрослого населения (на 24,40–1033,3 %) регистрировался по причинам новообразований, болезней эндокринной, нервной и мочеполовой систем, кожи и подкожной клетчатки при убыли показателей смертности по обозначенным причинам у взрослого населения территории сравнения. Приоритетными причинами смерти детского населения являлись врожденные пороки, новообразования, отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде (0,04–0,11 ‰), что достоверно отличалось от уровня и причин смертности детского населения территории сравнения.

4.1.2 Сравнительный анализ и оценка структурно-динамических особенностей заболеваемости населения в зоне аэрогенной экспозиции

Анализ общей и первичной заболеваемости населения по данным форм государственной статотчетности

Анализ заболеваемости всего населения территории исследования показал, что за 2014–2018 гг. среднемноголетний уровень общей заболеваемости составил 1984,97 сл./1000 населения, первичной заболеваемости – 891,94 сл./1000 населения. В течение анализируемого 5-летнего периода регистрируется в целом увеличение показателей общей и первичной заболеваемости (темпы прироста 12,71 % и 10,70 % соответственно) (Рисунок 4.3).

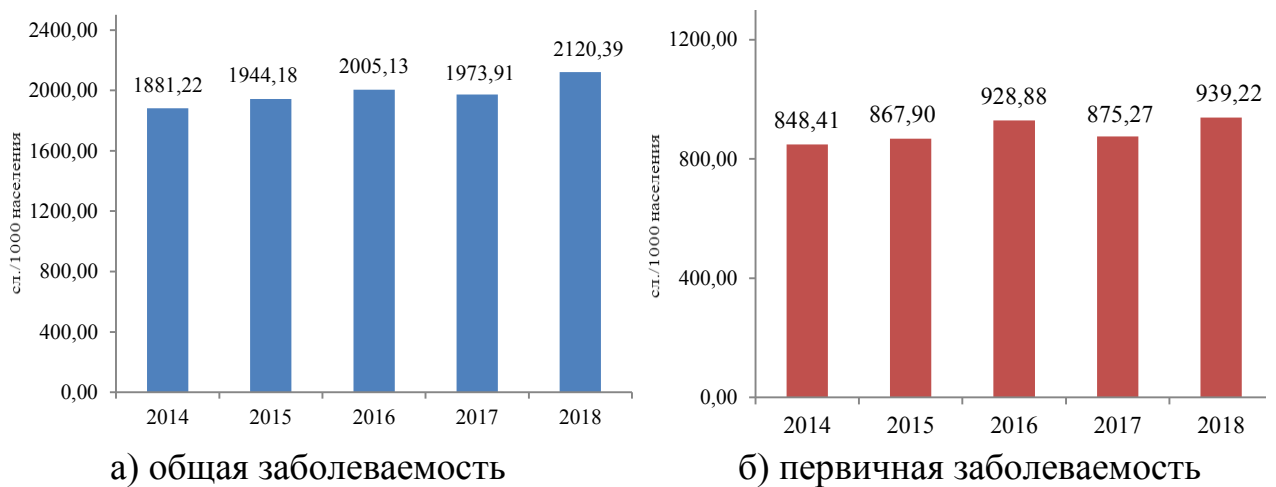
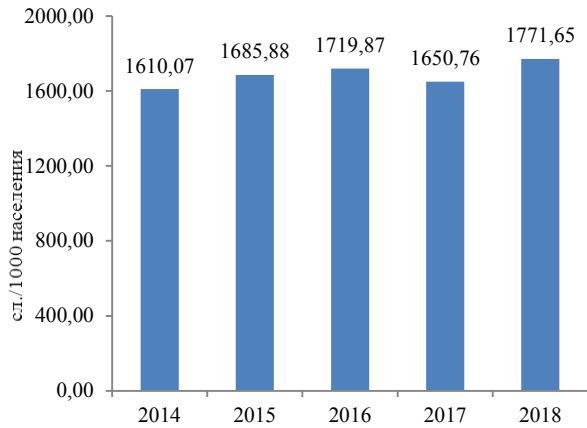
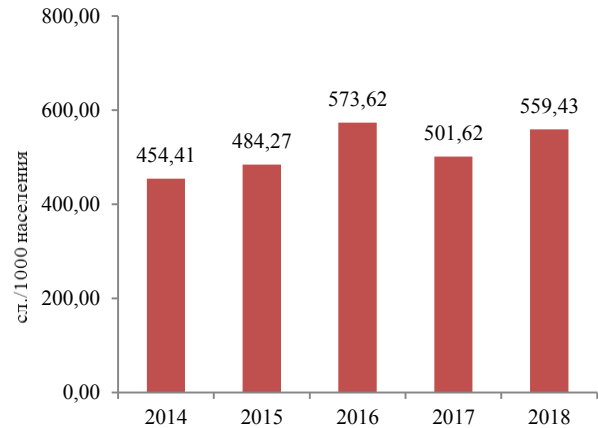


Рисунок 4.3 – Динамика общей и первичной заболеваемости всего населения территории исследования за 2014–2018 гг., сл./1000 населения

Анализ общей и первичной заболеваемости взрослого населения территории исследования за 2014–2018 гг. выявил следующее: средний уровень общей заболеваемости составил 1687,65 сл./1000 взрослых, первичной заболеваемости – 514,63 сл./1000 взрослых. Установлена тенденция к повышению уровней общей и первичной заболеваемости в целом (темпы прироста 10,04 % и 23,11 % соответственно) (Рисунок 4.4).



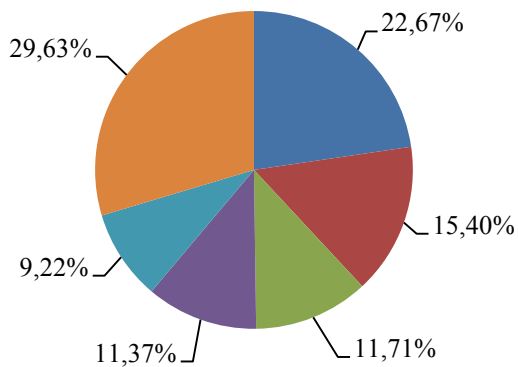
а) общая заболеваемость



б) первичная заболеваемость

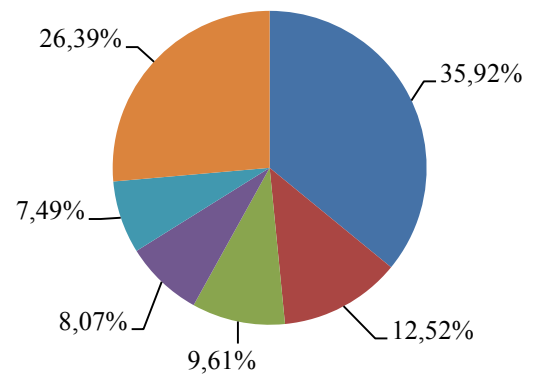
Рисунок 4.4 – Динамика общей и первичной заболеваемости взрослого населения территории исследования за 2014–2018 гг., сл./1000 взрослого населения

Структура общей и первичной заболеваемости взрослого населения представлена на Рисунке 4.5.



- болезни системы кровообращения
- болезни костно-мышечной системы
- болезни мочеполовой системы
- болезни органов дыхания
- болезни органов пищеварения
- прочие

а) общая заболеваемость



- болезни органов дыхания
- болезни костно-мышечной системы
- болезни органов пищеварения
- болезни мочеполовой системы
- болезни глаза и его придаточного аппарата
- прочие

б) первичная заболеваемость

Рисунок 4.5 – Структура заболеваемости взрослого населения территории исследования, 2018 г.

Анализ структуры первичной заболеваемости взрослого населения территории исследования показал, что первые три места занимают следующие классы бо-

лезней: органов дыхания, костно-мышечной системы и соединительной ткани, органов пищеварения (вклад от 12,52 до 35,92 %). Анализ динамики данных классов болезней выявил негативные тенденции за 5-летний период (темпы прироста составили 29,26 %, 75,35 % и 19,11 % соответственно) (Таблица 4.4). Для остальных классов болезней, вносящих вклад в структуру первичной заболеваемости взрослого населения, характерны как прирост, так и убыль. Темпы прироста установлены для новообразований (55,21 %), болезней системы кровообращения (6,29 %).

Таблица 4.4 – Динамика показателей первичной заболеваемости по основным классам болезней взрослого населения территории исследования за 2014–2018 гг., сл./1000 взрослых

Класс болезней по МКБ-10	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее значение за 2014-2018 гг.	Темп прироста к 2014 г., %
Всего заболеваний	454,41	484,27	573,62	501,43	559,43	514,63	23,11
По причинам:							
A00-B99 Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	5,18	7,03	7,53	9,45	16,62	9,16	221,13
C00-D98 Новообразования	8,57	13,74	16,79	12,61	13,3	13,00	55,21
D50-D89 Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	1,59	1,10	1,21	1,32	1,05	1,25	-34,28
E00-E90 Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	12,47	17,22	20,17	18,41	10,48	15,75	-15,96
G00-G99 Болезни нервной системы	8,70	8,21	7,87	5,83	5,97	7,31	-31,4
H00-H59 Болезни глаза и его придаточного аппарата	28,01	28,48	32,99	30,56	30,37	30,08	8,42
H60-H95 Болезни уха и сосцевидного отростка	17,70	16,41	14,47	17,46	16,73	16,55	-5,50
I00-I99 Болезни системы кровообращения	30,76	34,15	38,90	34,41	32,70	34,18	6,29
J00-J99 Болезни органов дыхания	112,59	129,32	141,73	141,28	145,54	134,09	29,26
K00-K93 Болезни органов пищеварения	16,65	18,77	23,76	17,94	19,84	19,39	19,11
L00-L99 Болезни кожи и подкожной клетчатки	19,22	19,13	11,22	13,93	17,52	16,20	-8,86
M00-M99 Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	28,93	28,05	31,17	35,54	50,73	34,88	75,35
N00-N99 Болезни мочеполовой системы	51,12	55,34	87,39	39,41	38,94	54,44	-23,81
Q00-Q99 Врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения	0,12	0,20	0,25	0,23	0,12	0,18	–

Результаты сравнительного анализа показателей первичной заболеваемости по классам болезней взрослого населения территории исследования, относительно аналогичных показателей взрослого населения территории сравнения, представлены в Таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Сравнительный анализ показателей первичной заболеваемости взрослого населения территории исследования относительно территории сравнения

Класс болезней	г. Братск		пгт Листвянка		Отношение Братск/Листвянка по средним	Достоверность различий средних, $p \leq 0,05$
	среднее значение за 2014–2018 гг., сл./1000 взрослых	темп прироста в 2018 г. к 2014 г., %	среднее значение за 2014–2018 гг., сл./1000 взрослых	темп прироста в 2018 г. к 2014 г., %		
Всего	514,63	23,11	506,5	-58,64	1,02	0,701
A00-B99 Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	9,16	221,13	7,31	119,93	1,25	0,032
C00-D48 Новообразования	13,00	55,21	11,70	-37,49	1,11	0,045
D50-D89 Болезни крови и кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	1,25	-34,28	2,53	49,78	0,49	0,961
E00-E90 Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	15,75	-15,96	1,41	–	11,17	0,0001
G00-G99 Болезни нервной системы	7,31	-31,4	18,15	-100,0	0,40	0,124
H00-H59 Болезни глаза и его придаточного аппарата	30,08	8,42	43,54	-68,00	0,69	0,001
H60-H95 Болезни уха и сосцевидного отростка	16,55	-5,50	30,06	-72,88	0,55	0,002
I00-I99 Болезни системы кровообращения	34,18	6,29	27,56	-57,84	1,24	0,003
J00-J99 Болезни органов дыхания	134,09	29,26	327,25	-39,24	0,41	0,001
K00-K93 Болезни органов пищеварения	19,39	19,11	15,51	-43,10	1,25	0,002
L00-L99 Болезни кожи и подкожной клетчатки	16,20	-8,86	78,26	-85,38	0,21	0,001
N00-N99 Болезни мочеполовой системы	54,44	-23,81	37,47	-63,39	1,45	0,005
Q00-Q99 Врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения	0,18	1,63	0,53	-100,0	0,34	0,002
<p>Примечания</p> <p>1 – при нулевых значениях показателя в 2014 г. или в 2018 г., темп прироста не рассчитывали.</p> <p>2 – при нулевых значениях среднего показателя за 2014–2018 гг. по данному классу болезни кратность превышения показателя не рассчитывали, ставили знак «←».</p>						

Сравнительный анализ полученных результатов показал, что уровень первичной неинфекционной заболеваемости взрослого населения территории исследования достоверно ($0,0001 < p < 0,045$) превышал до 11,17 раза соответствующие показатели территории сравнения по новообразованиям, болезням эндокринной, костно-мышечной, мочеполовой систем, органов пищеварения, системы кровообращения.

Анализ заболеваемости детского населения в возрасте 0–14 лет территории исследования показал, что за 2014–2018 гг. средний уровень общей заболеваемости составил 3117,28 сл./1000 детского населения, первичной заболеваемости – 2468,03 сл./1000 детского населения. Установлена тенденция к увеличению уровня общей заболеваемости (темп прироста – 11,58 %) при незначительном снижении первичной заболеваемости (темп убыли – 2,71 %) (Рисунок 4.6).

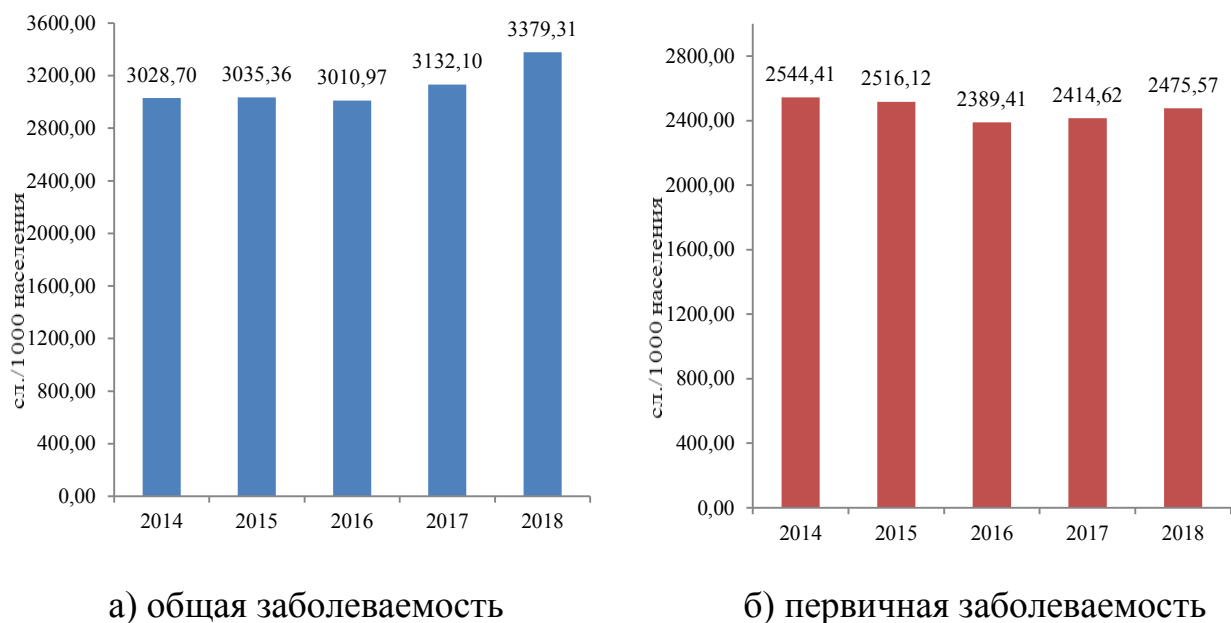


Рисунок 4.6 – Динамика общей и первичной заболеваемости детского населения территории исследования за 2014–2018 гг., сл./1000 детского населения

Структура общей и первичной неинфекционной заболеваемости имела схожие приоритетные классы болезней (Рисунок 4.7). Первые три места в структуре первичной заболеваемости занимают болезни органов дыхания, пищеварения, мочеполовой системы (вклад 71,23 %, 7,92 % и 2,75 % соответственно).

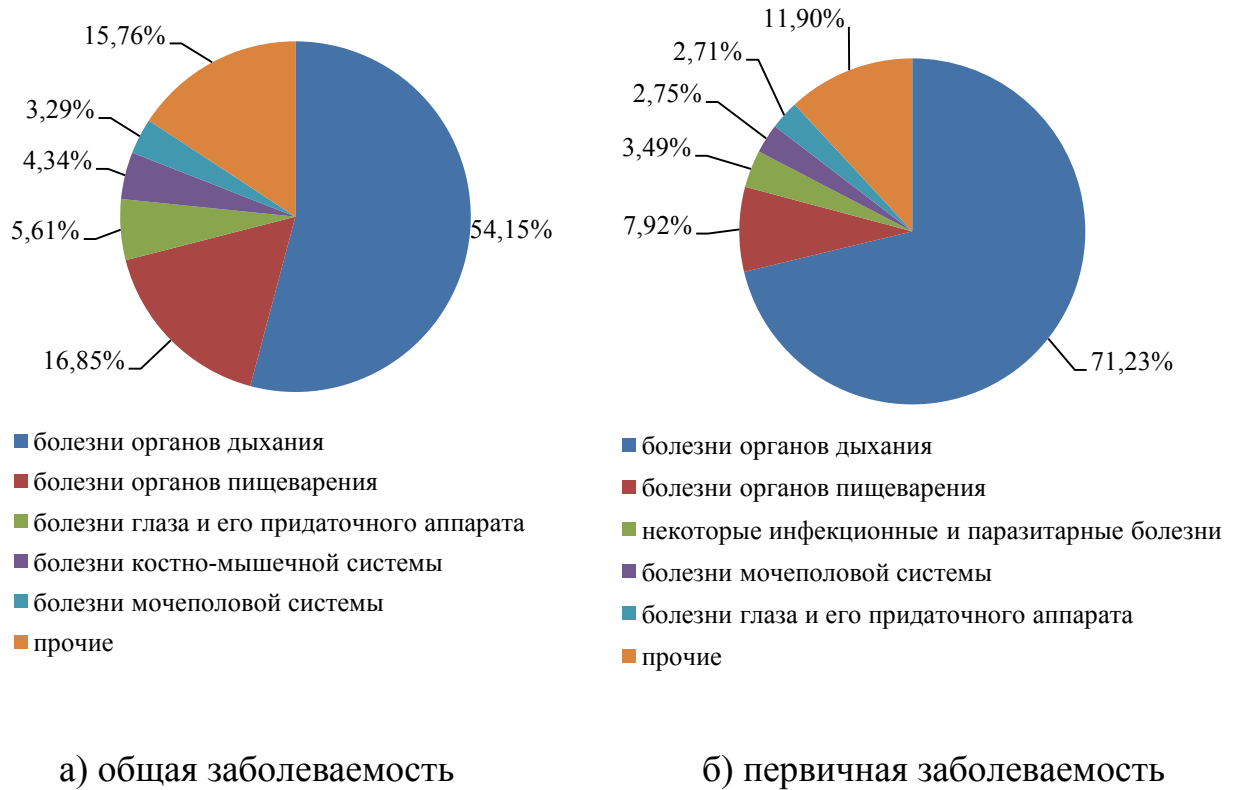


Рисунок 4.7 – Структура заболеваемости детского (0–14 лет) населения территории исследования, 2018 г.

Оценка динамики распространенности обозначенных классов болезней показала тенденцию к увеличению уровня заболеваний мочеполовой системы и органов пищеварения (темп прироста составил 44,97 % и 118,18 % соответственно) (Таблица 4.6). Остальные показатели первичной заболеваемости характеризовались незначительными колебаниями относительно базисного уровня. Наибольшие темпы прироста показали болезни костно-мышечной системы и системы кровообращения (43,58 % и 38,08 % соответственно). Распространенность новообразований и болезней эндокринной системы увеличилась в меньшей степени (на 12,41 % и 9,27 % соответственно).

Таблица 4.6 – Динамика показателей первичной заболеваемости детского (0–14 лет) населения г. Братск за 2014–2018 гг., сл./1000 детского населения

Класс болезней по МКБ-10	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее значение за 2014–2018 гг.	Темп прироста к 2014 г., %
Всего заболеваний	2544,41	2516,12	2389,41	2414,62	2475,57	2468,03	-2,71
A00-B99 некоторые инфекционные и паразитарные болезни	81,98	66,32	94,5	93,93	80,78	83,50	-1,46
C00-D98 Новообразования	6,23	6,08	5,18	6,29	7,00	6,16	12,41
D50-D89 Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	16,37	12,33	14,08	10,07	7,85	12,14	-52,06
E00-E90 Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	29,23	35,51	36,99	20,53	31,94	30,84	9,27
G00-G99 Болезни нервной системы	43,94	42,58	35,30	37,74	43,47	40,61	-1,09
H00-H59 Болезни глаза и его придаточного аппарата	68,00	86,24	90,64	68,97	62,74	75,32	-7,73
H60-H95 Болезни уха и сосцевидного отростка	56,42	39,64	45,26	46,92	56,79	49,00	0,65
I00-I99 Болезни системы кровообращения	4,40	3,19	3,52	4,75	6,08	4,39	38,08
J00-J99 Болезни органов дыхания	3660,8	3367,36	1526,03	1649,19	1648,39	2370,35	-54,97
K00-K93 Болезни органов пищеварения	83,97	229,28	215,97	160,68	183,21	174,62	118,18
L00-L99 Болезни кожи и подкожной клетчатки	47,86	45,14	40,75	42,22	48,96	44,99	2,31
M00-M99 Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	42,75	48,27	51,50	47,18	61,39	50,22	43,58
N00-N99 Болезни мочеполовой системы	43,85	54,57	57,89	55,04	63,57	54,98	44,97
Q00-Q99 Врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения	15,56	15,32	13,62	25,78	11,82	16,42	-24,07

В ходе сравнительных оценок показателей первичной заболеваемости детского населения территории исследования относительно показателей территории сравнения установлено, что уровень первичной заболеваемости детского населения территории исследования достоверно ($0,0001 < p < 0,045$) в 1,12–1,73 раза превышал показатели территории сравнения по болезням органов дыхания, крови, пищеварения, системы кровообращения нервной, костно-мышечной и мочеполовой систем (Таблица 4.7). При этом, болезни эндокринной системы на

территории исследования в среднем регистрировали на уровне 30,84 сл. на 1000 детского населения при отсутствии данного класса болезней на территории сравнения.

Таблица 4.7 – Сравнительный анализ показателей первичной заболеваемости по классам болезней детского (0–14 лет) населения территории исследования относительно территории сравнения

Класс болезней	г. Братск		пгт Листвянка		Отношение Братск / Листвянка по средним	Достоверность различий средних, $p \leq 0,05$
	Среднее значение за 2014–2018 гг., сл./1000 детей	Темп прироста в 2018 г. к 2014 г., %	Среднее значение за 2014–2018 гг., сл./1000 детей	Темп прироста в 2018 г. к 2014 г., %		
Всего	2468,03	-2,71	2219,86	-34,84	1,11	0,045
A00-B99 Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	83,50	-1,46	84,23	186,83	0,99	0,565
C00-D48 Новообразования	6,16	12,41	4,57	-60,80	1,35	0,002
D50-D89 Болезни крови и кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	12,14	-52,06	10,05	-50,02	1,21	0,002
E00-E90 Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	30,84	9,27	0,00	–	–	0,0001
G00-G99 Болезни нервной системы	40,61	-1,09	23,43	-17,69	1,73	0,0001
H00-H59 Болезни глаза и его придаточного аппарата	75,32	-7,73	71,73	28,00	1,06	0,065
H60-H95 Болезни уха и сосцевидного отростка	49,00	0,65	70,33	-15,00	0,69	0,001
I00-I99 Болезни системы кровообращения	4,39	38,08	3,49	0,00	1,26	0,025
J00-J99 Болезни органов дыхания	2370,35	-54,97	1657,16	-41,11	1,43	0,0001
K00-K93 Болезни органов пищеварения	174,62	118,18	155,04	-43,59	1,12	0,002
L00-L99 Болезни кожи и подкожной клетчатки	44,99	2,31	70,34	-36,68	0,64	0,001
M00-M99 Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	50,22	43,58	32,73	0,00	1,53	0,0001
N00-N99 Болезни мочеполовой системы	54,98	44,97	45,14	-10,00	1,22	0,005
Q00-Q99 Врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения	16,42	-24,07	12,46	35,03	1,32	0,001
Примечания						
1 – при нулевых значениях показателя в 2014 г. или в 2018 г., темп прироста не рассчитывали.						
2 – при нулевых значениях среднего показателя за 2014-2018 гг. по данной причине заболеваемости кратность превышения показателей не рассчитывали, ставили знак «←».						

Таким образом, результаты выполненных исследований заболеваемости населения по данным государственной статотчетности показали, что на территории исследования сложилась проблемная гигиеническая ситуация по показателям заболеваемости взрослого и детского населения. У взрослого населения за 2014–2018 гг. приоритетными видами патологий, характеризующих первичную заболеваемость и имеющих негативные динамические тенденции (прирост до 75,35 %), явились болезни органов дыхания, пищеварения, костно-мышечной и мочеполовой систем. Уровень первичной заболеваемости до 11,2 раза превышал показатели территории сравнения по новообразованиям, болезням эндокринной, костно-мышечной, мочеполовой, сердечно-сосудистой систем, органов пищеварения.

У детского населения (0–14 лет) приоритетными видами первичной неинфекционной заболеваемости явились болезни органов дыхания, пищеварения, мочеполовой системы. Выраженные негативные динамические тенденции (прирост до 118,2 %) установлены для новообразований, болезней эндокринной, костно-мышечной, мочеполовой систем, органов пищеварения, системы кровообращения. Превышены в 1,12–1,73 раза показатели первичной заболеваемости территории сравнения по большинству классов болезней: органов дыхания и пищеварения, крови и кровообращения, иммунной, нервной, костно-мышечной, мочеполовой систем.

*Анализ заболеваемости детского и взрослого населения
по данным фактической обращаемости за медицинской помощью*

Анализ заболеваемости по данным фактической обращаемости за медицинской помощью, выполненный для населения, проживающего в зоне неприемлемого риска здоровью (ЦТО г. Братск), показал, что количество оплаченных случаев обращаемости детского и взрослого населения за медицинской помощью (далее – уровень заболеваемости) в 2018 г. составило 6328,92 ‰ и 3214,33‰ соответственно. По сравнению с 2017 годом показатель заболеваемости детского населения вырос на 6,36 %, взрослого населения – снизился на 0,94 % (Таблица 4.8).

Таблица 4.8 – Показатели заболеваемости детского и взрослого населения г. Братск (ЦТО) за 2017-2018 гг., в сл./1000 населения соответствующего возраста

Класс болезней	Детское население			Взрослое население		
	2017 г.	2018 г.	Темп прироста к 2017 г., %	2017 г.	2018 г.	Темп прироста к 2017 г., %
Всего болезней	5950,30	6328,92	6,36	3244,95	3214,33	-0,94
C00-D48 Новообразования	17,04	17,97	5,45	86,38	78,95	-8,60
D50-D89 Болезни крови и кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	10,79	12,00	11,16	14,08	13,61	-3,35
E00-E90 Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	79,39	102,26	28,80	93,71	84,05	-10,31
G00-G99 Болезни нервной системы	117,52	123,44	5,04	141,57	131,35	-7,22
H00-H59 Болезни глаза и его придаточного аппарата	151,38	146,26	-3,38	61,46	57,94	-5,74
H60-H95 Болезни уха и сосцевидного тростка	50,95	56,68	11,23	28,79	26,70	-7,26
I00-I99 Болезни системы кровообращения	18,62	20,36	9,30	168,67	176,18	4,46
J00-J99 Болезни органов дыхания	1257,18	1394,56	9,85	458,94	420,77	-8,32
K00-K93 Болезни органов пищеварения	700,93	743,52	6,08	465,84	492,80	5,79
L00-L99 Болезни кожи и подкожной клетчатки	123,34	139,36	12,98	61,20	60,62	-0,96
M00-M99 Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	153,01	168,22	9,94	271,02	257,03	-5,16
N00-N99 Болезни мочеполовой системы	95,96	104,09	8,48	296,13	291,98	-1,40
Q00-Q99 Врожденные аномалии [пороки развития], деформации и хромосомные нарушения	52,38	50,45	-3,69	2,86	2,70	-5,57

Структура заболеваемости детского населения представлена болезнями органов дыхания (33,02 %), органов пищеварения (23,25 %), костно-мышечной системы и соединительной ткани (5,26 %), глаза и его придаточного аппарата (4,57 %) (Рисунок 4.8). Структура заболеваемости взрослого населения представлена болезнями органов пищеварения (22,59 %), мочеполовой системы (13,39 %), костно-мышечной системы (11,79 %), органов дыхания (10,34 %), (Рисунок 4.9).

Анализ заболеваемости детского населения показал, что по большинству изучаемых классов болезней отмечена неблагоприятная тенденция по приросту уровня болезней эндокринной системы (на 28,8 %), крови, уха (на 11,16–11,23 %), кожи (на 12,98 %), органов дыхания, системы кровообращения, костно-мышечной и мочеполовой систем (на 8,48–9,94 %), органов пищеварения, новообразований, болезней нервной системы (на 5,04–6,08 %).



Рисунок 4.8 – Структура заболеваемости детского населения ЦТО г. Братск по данным ФОМС, 2018 г.



Рисунок 4.9 – Структура заболеваемости взрослого населения ЦТО г. Братск по данным ФОМС, 2018 г.

С заболеваемостью взрослого населения сложилась ситуация противоположная. Прирост показателей отмечен только по болезням системы кровообращения (темп прироста 4,46 %) и органов пищеварения (темп прироста – 5,79 %).

Результаты сравнительного анализа показателей заболеваемости детского населения (Таблица 4.9) позволили установить, что у детского населения территории исследования уровни заболеваемости достоверно ($0,0001 < p < 0,02$) выше от 1,2 до 3,9 раза относительно территории сравнения для большинства классов болезней, в том числе для новообразований, болезней органов дыхания, эндокринной, нервной систем, глаза и его придаточного аппарата, системы кровообращения, органов пищеварения, кожи и подкожной клетчатки, костно-мышечной, мочеполовой системы, врожденных пороков развития.

Результаты сравнительного анализа показателей заболеваемости взрослого населения (Таблица 4.10) позволили установить, что у взрослого населения территории исследования уровни заболеваемости достоверно ($0,0001 < p < 0,02$) выше от 1,2 до 6,4 раза относительно показателей у взрослого населения территории сравнения по новообразованиям, болезням органов дыхания, пищеварения, крови, эн-

докринной, нервной, мочеполовой, костно-мышечной систем, системы кровообращения, врожденные аномалии.

Таблица 4.9 – Сравнительный анализ показателей заболеваемости детского населения территории исследования относительно территории сравнения по данным ТФОМС за 2017–2018 гг.

Класс болезней	г. Братск (ЦТО)		пгт Листвянка		Отношение Братск / Листвянка по средним	Достоверность различий по средним, $p \leq 0,05$
	среднее за 2017-2018 гг., число сл. на 1000 детей	темп прироста к 2017 г., %	среднее за 2017-2018 гг., число сл. на 1000 детей	темп прироста к 2017 г., %		
Всего заболеваний	6139,61	6,36	2612,57	-31,53	2,4	0,0001
C00-D97 Новообразования	17,51	5,45	11,14	10,00	1,6	0,0001
D50-D89 Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	11,40	11,16	15,50	-27,78	0,74	0,85
E00-E89, E90 Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	90,83	28,80	33,58	60,00	2,7	0,0001
G00-G98 Болезни нервной системы	120,48	5,04	69,03	12,00	2,8	0,0001
H00-H59 Болезни глаза и его придаточного аппарата	148,82	-3,38	77,74	42,86	1,9	0,0001
H60-H95 Болезни уха и сосцевидного отростка	53,82	11,23	58,46	-42,31	0,9	0,24
I00-I99 Болезни системы кровообращения	19,49	9,30	4,98	100,00	3,9	0,0001
J00-J98 Болезни органов дыхания	1325,87	9,85	1156,80	-37,74	1,2	0,02
K00-K92 Болезни органов пищеварения	722,23	6,08	624,38	-43,69	1,2	0,02
L00-L99 Болезни кожи и подкожной клетчатки	131,35	12,98	83,33	-49,09	1,6	0,001
M00-M99 Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	160,62	9,94	64,68	-24,24	2,3	0,0001
N00-N99 Болезни мочеполовой системы	100,03	8,48	58,46	0,00	1,7	0,001
Q00-Q99 Врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения	51,42	-3,69	41,67	233,33	1,2	0,01

Таблица 4.10 – Сравнительный анализ показателей заболеваемости взрослого населения территории исследования относительно территории сравнения по данным ТФОМС за 2017–2018 гг.

Класс болезней	г. Братск (ЦГО)		пгт Листвянка		Отношение Братск/Листвянка по средним	Достоверность различий по средним, $p \leq 0,05$
	среднее за 2017–2018 гг., число сл. на 1000 детей	темп прироста к 2017 г., %	среднее за 2017–2018 гг., число сл. на 1000 детей	темп прироста к 2017 г., %		
Всего заболеваний	3229,64	-0,94	1484,83	-36,86	2,2	0,001
C00-D48 Новообразования	82,67	-8,60	12,86	12,50	6,5	0,0001
D50-D89 Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	13,84	-3,35	11,16	-19,30	1,2	0,003
E00-E90 Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	88,88	-10,31	5,46	5,05	16,3	0,0001
G00-G99 Болезни нервной системы	136,46	-7,22	77,76	37,68	1,8	0,001
H00-H59 Болезни глаза и его придаточного аппарата	59,70	-5,74	55,11	-42,16	1,1	0,60
H60-H95 Болезни уха и сосцевидного отростка	27,74	-7,26	26,50	-45,28	1,1	0,24
I00-I99 Болезни системы кровообращения	172,43	4,46	98,31	-48,30	1,8	0,002
J00-J99 Болезни органов дыхания	439,90	-7,66	234,87	-33,77	1,9	0,001
K00-K93 Болезни органов пищеварения	479,32	5,79	240,98	-6,69	2,0	0,0001
L00-L99 Болезни кожи и подкожной клетчатки	60,91	-0,96	89,09	-49,09	0,7	0,15
M00-M99 Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	264,03	-5,16	158,41	-76,60	1,7	0,001
N00-N99 Болезни мочеполовой системы	294,06	-1,40	162,31	-100,0	1,8	0,0001
Q00-Q99 Врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения	2,78	-5,57	1,92	-50,00	1,5	0,002

Таким образом, анализ заболеваемости населения в зоне аэрогенной экспозиции по данным фактической обращаемости за медицинской помощью показал, что у детского и взрослого населения уровень заболеваний превышает показатели сравнения до 3,9 и 16,3 раза соответственно по большинству изучаемых классов болезней – по новообразованиям, болезням органов дыхания, пищеварения, крови с вовлечением иммунных механизмов, эндокринной, нервной, костно-

мышечной, мочеполовой систем, системы кровообращения, врожденным аномалиям.

4.2 Оценка заболеваемости и экономического ущерба, ассоциированных с факторами риска, на основе эпидемиологического анализа

Результаты оценки связи нарушений здоровья взрослого населения с аэрогенным воздействием загрязняющих веществ на основе применения элементов эпидемиологического анализа представлены в Таблице 4.11.

Таблица 4.11 – Показатели достоверной связи нарушений здоровья взрослого населения в зоне неприемлемого риска с воздействием особо высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха ($p \leq 0,05$)

Код по МКБ-10	Класс болезней	Группа исследования	Ответ на воздействие		Отношение шансов (OR)	Доверительный интервал 95% DI	Отношение рисков (RR)
			есть	нет			
M00-M99	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	г. Братск	53669	52447	6,69	5,88–7,62	3,20
		пгт Листвянка	264	1726			
D50-D89	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	г. Братск	2082	1040	5,67	2,70–11,92	5,53
		пгт Листвянка	207	1983			
N00-N99	Болезни мочеполовой системы	г. Братск	119820	123059	6,15	5,41–6,99	3,05
		пгт Листвянка	272	1718			
G00-G99	Болезни нервной системы	г. Братск	52350	53766	2,87	2,41–3,41	2,41
		пгт Листвянка	137	1853			
K00-K93	Болезни органов пищеварения	г. Братск	84117	21999	10,56	9,56–11,67	2,34
		пгт Листвянка	529	1461			

Полученные результаты показали, что достоверная связь с аэрогенным воздействием загрязнений (по критерию $OR > 1$) установлена для болезней костно-мышечной системы, крови, кроветворных органов и отдельных нарушений, вовлекающих иммунный механизм, мочеполовой и нервной систем, органов пищеварения. Риск возникновения у взрослого экспонированного населения заболеваний по обозначенным классам болезней в 2,3-5,5 раза выше показателя риска у взрослого населения территории сравнения.

Результаты моделирования причинно-следственных связей заболеваемости населения с уровнем содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе представлены в Таблице 4.12.

Таблица 4.12 – Параметры моделей зависимости уровня заболеваемости взрослого населения (по данным ТФОМС) от концентрации химических веществ в атмосферном воздухе

Класс заболеваний	Химическое вещество в атмосферном воздухе	Параметры модели		Критерий Фишера $F \geq 3,26$	Коэффициент детерминации (R^2)	Достоверность модели ($p \leq 0,05$)
		b0	b1			
Новообразования	Бенз(а)пирен	-1,87	315697,3	27,2	0,45	0,0001
	Никель оксид	-3,55	25950,51	49,1	0,42	0,0001
	Свинец и его соединения	-4,05	45079,68	22,0	0,29	0,0001
	Формальдегид	-3,62	214,25	50,6	0,48	0,0001
Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	Бензол	-11,27	2219,66	59,4	0,68	0,0001
	Углерода оксид	-6,27	16,05	52,1	0,67	0,0001
Болезни нервной системы	Бензол	-2,15	248,14	63,7	0,43	0,0001
	Ксилол	-2,41	221,59	75,5	0,51	0,0001
	Марганец и его соединения	-2,17	2313,05	10,9	0,13	0,002
	Метилмеркаптан	-2,01	2313,49	51,0	0,42	0,0001
	Никель оксид	-3,40	36057,04	204,7	0,73	0,0001
	Углерода оксид	-2,67	5,71	76,3	0,49	0,0001
	Толуол	-2,45	209,14	38,8	0,39	0,0001
Болезни органов пищеварения	Ксилол	-1,60	58,92	12,6	0,14	0,002
	Фенол	-1,70	50,46	9,5	0,10	0,003
	Этилбензол	-1,53	228,12	19,0	0,20	0,0001
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	Фтористые газообразные соединения	-2,25	172,41	15,5	0,16	0,0001
Болезни мочеполовой системы	Ксилол	-1,56	60,36	9,9	0,11	0,003
	Свинец и его соединения	-2,02	17317,25	13,5	0,16	0,002
	Фенол	-1,87	197,08	61,7	0,43	0,0001

Анализ полученных достоверных зависимостей ($p=0,0001$), описываемых в общем виде уравнением регрессии, показал у взрослого населения наличие прямой зависимости вероятности повышения уровня болезней крови, кроветворных органов и отдельных нарушений, вовлекающих иммунный механизм от повышения содержания углерода оксида и бензола в атмосферном воздухе ($R^2=0,87-0,88$; $F=52,1-59,3$; $p=0,0001$); новообразований – от уровня бенз(а)пирена, никель оксида, свинца и его соединений, формальдегида ($R^2=0,29-0,48$; $F=22,0-50,6$; $p=0,0001$); болезней

нервной системы – от уровня бензола, ксилола, марганца и его соединений, метилмеркаптана, никеля оксида, углерода оксида, толуола ($R^2=0,13-0,73$; $F=10,9-204,7$; $p=0,0001-0,002$); болезней органов пищеварения – от уровня ксилола, фенола, этилбензола ($R^2=0,10-0,20$; $F=9,5-19,0$; $p=0,000-0,003$); болезней костно-мышечной системы – от уровня фтористых газообразных соединений ($R^2=0,16$; $F=15,5$; $p=0,0001$); болезней мочеполовой системы – от уровня ксилола, свинца и его соединений, фенола ($R^2=0,11-0,43$; $F=9,9-61,7$; $p=0,0001-0,003$).

Оценка популяционного риска возникновения заболеваний, ассоциированных с аэрогенным воздействием приоритетных веществ (Таблица 4.13), показала, что в целом у взрослого населения риск формирования дополнительных случаев заболеваний может составить порядка 8 743 случая в год или 37,5 % от общего количества случаев.

Таблица 4.13 – Количество дополнительных случаев заболеваний взрослого населения в зоне неприемлемого риска здоровью и связанные с ними потери ВВП

Класс болезней	Количество случаев заболеваний, всего	Потери ВВП от общего количества случаев заболеваний, тыс. руб.	Дополнительные случаи заболеваний, ассоциированных с воздействием факторов риска		Потери ВВП от дополнительных случаев заболеваний, тыс. руб.
			наименование вещества	количество дополнительных случаев заболеваний	
Болезни костно-мышечной и соединительной ткани	8 964	197 561,81	Фтористые газообразные соединения	1434	31 604,60
Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	907	19 618,03	Бензол, углерода оксид	798	17 260,40
Болезни мочеполовой системы	6 453	155 649,26	Фенол, ксилол, свинец и его соединения	2775	66 934,25
Болезни нервной системы	4 407	78 369,33	Никель оксид, марганец и его соединения, бензол, ксилол, толуол, углерода оксид, метилмеркаптан	3217	57 207,65
Болезни органов пищеварения	2 593	39 488,77	Этилбензол, фенол, ксилол, свинец и его соединения	519	7 903,85
Итого	23324	490 687,20	Итого	8743	351 025,40

Результаты оценки связи нарушений здоровья детского населения с аэрогенным воздействием загрязняющих веществ на основе применения элементов эпидемиологического анализа представлены в Таблице 4.14.

Таблица 4.14 – Показатели достоверной связи нарушений здоровья детского населения территории исследования с воздействием особо высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха ($p \leq 0,05$).

Код по МКБ-10	Класс болезней	Группа исследования	Ответ на воздействие		Отношение шансов (OR)	Доверительный интервал 95% DI	Отношение рисков (RR)
			есть	нет			
M00-M99	Класс болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани	г. Братск	1485	23402	1,68	1,02–2,77	1,62
		пгт Листвянка	16	423			
N00-N99	Класс болезней мочеполовой системы	г. Братск	2078	22809	1,73	1,12–2,66	1,64
		пгт Листвянка	22	417			
G00-G99	Класс болезней нервной системы	г. Братск	1597	23290	1,70	1,05–2,77	1,64
		пгт Листвянка	17	422			
K00-K93	Класс болезней органов пищеварения	г. Братск	7839	17048	1,56	1,25–1,95	1,33
		пгт Листвянка	100	339			
Q00-Q99	Врожденные аномалии [пороки развития], деформации и хромосомные нарушения	г. Братск	1359	10	2,48	1,32–4,65	2,36
		пгт Листвянка	23528	429			
J00-J99	Класс болезней органов дыхания	г. Братск	17961	6926	1,85	1,53–2,25	1,16
		пгт Листвянка	256	183			

Полученные результаты позволили установить, что достоверная связь с аэрогенным воздействием загрязнений установлена для болезней костно-мышечной, мочеполовой, нервной системы; органов пищеварения и дыхания; врожденных аномалий. Риск развития заболеваний по обозначенным классам болезней у экспонированного детского населения в 1,2–2,4 раза выше показателя риска у детского населения территории сравнения.

Результаты моделирования причинно-следственных связей заболеваемости населения с уровнем содержания загрязняющих веществ, формирующих аэрогенную экспозицию, представлены в Таблице 4.15.

Таблица 4.15 – Параметры моделей зависимости уровня заболеваемости детского населения (по данным ТФОМС) от концентрации химических веществ в атмосферном воздухе

Класс заболеваний	Химическое вещество в атмосферном воздухе	Параметры модели		Критерий Фишера $F \leq 3,26$	Коэффициент детерминации (R^2)	Достоверность модели ($p \leq 0,05$)
		b0	b1			
Новообразования	Бензол	-3,924	837,639	41,0	0,65	0,0001
	Свинец и его соединения	-7,269	35303,9	59,0	0,69	0,0001
Болезни органов пищеварения	Бензол	-7,092	405,82	74,9	0,62	0,0001
	Ксилол	-5,338	154,687	146,8	0,61	0,0001
Болезни нервной систем	Метилмеркаптан	-2,958	507,205	166,2	0,56	0,0001
	Углерода оксид	-3,058	0,867	19,1	0,16	0,0001
	Свинец и его соединения	-4,639	17177,6	143,2	0,52	0,0001
Болезни органов дыхания	Никель оксид	-0,023	6938,46	72,2	0,29	0,0001
	Азота оксид	-0,008	48,481	28,6	0,14	0,0001
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	Фтористые газообразные соединения	-3,241	71,353	18,3	0,14	0,0001
Болезни мочеполовой системы	Свинец и его соединения	-3,094	6078,91	52,9	0,28	0,0001
	Фенол	-2,824	31,241	70,2	0,31	0,0001
Врожденные аномалии [пороки развития], деформации и хромосомные нарушения	Бенз(а)пирен	-2,69	78432,8	32,7	0,24	0,0001
	Бензол	-2,934	29,145	4,7	0,13	0,036
	Углерода оксид	-2,762	0,302	4,1	0,12	0,048
	Свинец и его соединения	-3,222	6338,10	26,6	0,16	0,0001

Анализ полученных достоверных зависимостей ($p=0,0001$) показал у детского населения наличие прямой зависимости вероятности повышения уровня заболеваемости новообразованиями от повышения содержания в атмосферном воздухе бензола, свинца и его соединений ($R^2=0,75-0,79$; $F=41,0-59,0$; $p=0,0001$); болезнями органов пищеварения – от уровня бензола и ксилола ($R^2=0,61-0,62$; $F=74,9-146,8$; $p=0,0001$); нервной системы – от уровня метилмеркаптана, углерода оксида, свинца и его соединений ($R^2=0,16-0,56$; $F=19,1-166,2$; $p=0,0001$); органов дыхания – от уровня никеля оксида, азота диоксида ($R^2=0,14-0,29$; $F=28,6-72,2$; $p=0,0001$); костно-мышечной системы – от уровня фтористых газообразных соединений ($R^2=0,14$; $F=18,3$; $p=0,0001$); мочеполовой системы – от уровня свинца и его соединений, фенола ($R^2=0,28-0,31$; $F=52,9-70,2$; $p=0,0001$); врожденных аномалий – от уровня бенз(а)пирена, бензола, углерода оксида, свинца ($R^2=0,12-0,24$; $F=4,1-32,7$; $p=0,0001$) (Таблица 4.16).

Таблица 4.16 – Количество дополнительных случаи заболеваний детского населения в зоне неприемлемого риска здоровью и связанные с ними потери ВВП

Класс болезней	Количество случаев заболеваний, всего	Потери ВВП от общего количества случаев заболеваний, тыс. руб.	Дополнительные случаи заболеваний, ассоциированные с воздействием факторов риска		Потери ВВП от дополнительных случаев заболеваний, тыс. руб.
			наименование вещества	количество дополнительных случаев заболеваний	
Болезни костно-мышечной и соединительной ткани	551	1 912,77	Фтористые газообразные соединения	77	267,32
Болезни мочеполовой системы	777	3 689,52	Фенол, свинец и его соединения	241	1 144,37
Болезни нервной системы	602	3 126,18	Метилмеркаптан, углерода оксид	313	1 625,41
Болезни органов пищеварения	1655	7 498,57	Фенол, ксилол	331	1499,71
Болезни органов дыхания	1797	19 156,55	Никель оксид, азота диоксид	521	5 554,01
Врожденные аномалии [пороки развития], деформации и хромосомные нарушения	762	3 063,30	Бенз(а)пирен, бензол, углерода оксид, свинец и его соединения	183	735,67
Итого	6144	38 446,89	Итого	1666	10 826,49

Оценка популяционного риска возникновения заболеваний, ассоциированных с аэрогенным воздействием приоритетных веществ, показала, что в целом у детского населения риск формирования дополнительных заболеваний может составить порядка 1 666 случаев в год или 27,1 % от общего количества случаев.

Субъективная оценка предъявляемых жалоб населения показала, что они касались 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 атмосферного воздуха («О плохом здоровье в результате загрязнения воздуха», «О воздухе, от которого тяжело дышать»), что косвенно подтверждает полученные результаты.

Результаты прогнозной ориентировочной оценки экономических потерь при реализации случаев заболеваний (в целом и в зависимости от действующего хи-

мического фактора) у взрослого и детского населения территории исследования приведены в Таблицах 4.13, 4.16.

Оценка полученных результатов показала, что потери по недополученному внутреннему валовому продукту от реализации всех случаев заболеваний могут составить 490 687,20 тыс. руб. в год за счет взрослого населения и 38 446,895 тыс. руб. в год за счет детского населения. Потери ВВП от реализации дополнительных случаев заболеваний, ассоциированных с аэрогенным воздействием факторов риска, могут составить 351 025,40 тыс. руб. в год за счет взрослого населения, 10 826,49 тыс. руб. в год за счет детского населения.

Ориентировочные прогнозные потери по налоговым поступлениям в бюджет при реализации случаев заболеваний у населения территории исследования представлены в Таблице 4.17.

Таблица 4.17 – Ориентировочные налоговые потери по уровням бюджетной системы РФ при реализации случаев заболеваний у населения г. Братск (ЦТО) в год, тыс. руб.

Категория населения	Показатель	Потери по налоговым поступлениям (по всем уровням бюджетной системы РФ)	Потери по налоговым поступлениям в федеральный бюджет РФ
Взрослое население	Общее количество заболеваний	68 384,67	22 374,75
	Дополнительное количество заболеваний, связанных с аэрогенной экспозицией факторов риска	36 326,70	11 885,72
Детское население	Общее количество случаев заболеваний	7 201,42	1 318,83
	Дополнительное количество заболеваний, связанных с аэрогенной экспозицией факторов риска	3 203,78	586,72

Прогнозные потери по налоговым поступлениям по всем уровням бюджетной системы РФ составляют у взрослого населения при реализации дополнительных случаев заболеваний, ассоциированных с аэрогенной экспозицией химических факторов риска – 36 326,7 тыс. руб., у детского населения – 3 203,78 тыс. руб. Прогнозные потери федерального бюджета по налоговым поступлениям со-

ставляют у взрослого населения при реализации дополнительных случаев заболеваний – 11 885,72 тыс. руб., у детского населения – 586,72 тыс. руб.

Таким образом, гигиеническая оценка и сопоставительный анализ связи текущих показателей популяционного здоровья с воздействием ведущих факторов риска подтверждает существующие гигиенические проблемы. Выявленная заболеваемость населения болезнями органов дыхания, пищеварения, нервной, костно-мышечной и иммунной, мочеполовой систем, врожденными аномалиями, новообразованиями, доказано связана с воздействием факторов риска (OR до 10,6, CI=1,02–11,7), превышает показатели территории сравнения до 3,9–6,5 раза. Обозначенные классы болезней соответствуют критическим органам и системам.

Популяционный риск возникновения дополнительных случаев заболеваний, составляет порядка 8 743 сл./год у взрослого населения и 1 666 сл./год у детского населения (27,1–37,5 % от общего количества случаев). Прогнозируемые экономические потери при реализации риска составляют 362 млн. рублей в год.

**ГЛАВА 5 ОЦЕНКА НЕГАТИВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ СИСТЕМНЫХ
НАРУШЕНИЙ СО СТОРОНЫ КРИТИЧЕСКИХ ОРГАНОВ
И СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ОСОБО ВЫСОКОГО УРОВНЯ
ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА
(на базе углубленных исследований)**

**5.1 Выявление у населения групп риска повышенного содержания
в биосредах химических веществ, связанных с аэрогенной экспозицией
факторов риска и таргетных критическим органам и системам**

Для подтверждения факта экспозиции и спектра химических веществ, ее формирующих, выполнены исследования биологических сред (крови, мочи) детей и взрослых, относящихся к контингентам риска, из зоны наибольшего неприемлемого риска (группа наблюдения) и для сопоставительного анализа группы сравнения. Точки проживания обследованных детей группы наблюдения представлены на Рисунке 5.1.

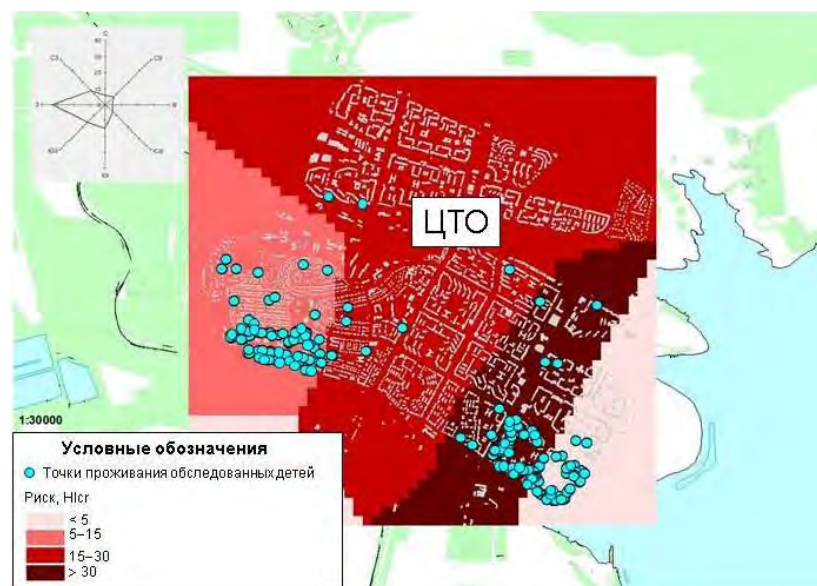


Рисунок 5.1 – Точки проживания обследованных детей г. Братск (ЦТО)

Результаты количественного определения содержания химических веществ, адекватных факторам риска и имеющих метод количественного определения, в биосредах детей представлены в Таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Сравнительный анализ содержания химических веществ в биосредах детей 4–7 (группа наблюдения и группа сравнения)

Биосреда	Вещество	Содержание в биосреде (M±m), мг/дм ³		Доля детей группы наблюдения с повышенным показателем относительно группы сравнения, %	Кратность различий средних	Достоверность различий средних (p≤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	0,003±0,005	нпо	7,4	–	0,233
	Формальдегид	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
<p>Примечания</p> <p>1 – нпо (ниже предела обнаружения): бензола – 0,005 мг/дм³; о-ксилола – 0,03 мг/дм³; м-, п-ксилола – 0,014 мг/дм³; толуола – 0,01 мг/дм³; этилбензола – 0,007 мг/дм³, бенз(а)пирена – 0,00002 мг/дм³.</p> <p>2 – При обнаружении вещества в биосреде ниже нпо в расчеты брали ½ нпо</p>						

Установлено, что у детей группы наблюдения средняя концентрация всех изучаемых металлов в крови была выше показателей группы сравнения в 1,3–5,0 раза (p=0,0001–0,024). Доля проб крови с повышенным содержанием металлов составила от 47,8 % до 91,3% от общего количества исследованных проб. Содержание фторид-иона и алюминия в моче превысило показатели группы сравнения и референтные уровни от 1,8 до 9,2 раза (p=0,0001) (RfL алюминия в моче 0,0065±0,0035 мг/дм³, фторид-иона в моче 0,2 мг/дм³) [76]. Доля проб мочи с по-

вышенным содержанием данных веществ составила 68,9 % и 97,9 % от общего количества исследованных проб. Содержание ароматических углеводородов (бензол, толуол, о-, м-, п-ксилолы, этилбензол) в крови зарегистрированы в 14,3–88,2 % проб ($p=0,0001-0,003$) при практическом их отсутствии у детей группы сравнения. Средняя концентрация формальдегида и фенола в крови в 1,9 и 2,4 раза выше показателей группы сравнения ($p=0,0001-0,001$). Доля проб с повышенным содержанием данных веществ составила 89,6 % и 55,6 % проб. По содержанию бен(а)пирена и метилового спирта в крови детей группы наблюдения не установлено достоверных различий с показателями группы сравнения.

Результаты количественного определения содержания химических веществ в биосредах взрослых представлены в Таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Сравнительный анализ содержания химических веществ в биосредах взрослых (группа наблюдения и группа сравнения)

Биосреда	Вещество	Содержание в биосреде (M±m), мг/дм ³		Доля взрослых группы наблюдения с повышенным показателем относительно группы сравнения, %	Кратность различий средних, раз	Достоверность различий средних ($p \leq 0,05$)
		группа наблюдения	группа сравнения			
Кровь	Марганец	0,011±0,001	0,008±0,001	74,5	1,4	0,0001
	Никель	0,002±0,0012	0,001±0,0003	25,5	2,0	0,025
	Свинец	0,015±0,003	0,009±0,002	59,6	1,7	0,006
	Хром	0,003±0,0005	0,001±0,0002	70,2	3,0	0,0001
	Бенз(а)пирен	нпо	нпо	0,0	–	–
	Формальдегид	0,019±0,0033	0,021±0,007	17,5	0,9	0,695
	Бензол	0,0016±0,0003	нпо	54,8	–	0,028
	Метилловый спирт	0,889±0,196	0,755±0,283	35,7	1,2	0,435
	О-ксилол	0,0025±0,0007	нпо	69,0	–	0,000
	М-, п-ксилол	0,0006±0,00003	нпо	42,9	–	0,009
	Толуол	0,0010±0,0002	нпо	4,8	–	0,154
	Фенол	0,060±0,012	0,036±0,006	71,4	1,7	0,001
	Этилбензол	0,0003±0,00001	нпо	23,8	–	0,695
Моча	Алюминий	0,027±0,006	0,004±0,003	95,7	6,8	0,0001
	Фторид-ион	0,722±0,121	0,327±0,139	67,4	2,2	0,0001
<p>Примечания</p> <p>1 – нпо (ниже предела обнаружения): бензола – 0,005 мг/дм³; о-ксилола – 0,03 мг/дм³; м-, п-ксилола – 0,014 мг/дм³; толуола – 0,01 мг/дм³; этилбензола – 0,007 мг/дм³; бенз(а)пирена – 0,00002 мг/дм³.</p> <p>2 – При обнаружении вещества в биосреде ниже нпо в расчеты брали ½ нпо.</p>						

Установлено, что у взрослых группы наблюдения регистрируются в 1,4–2,2 раза более высокие уровни содержания в крови исследуемых металлов относительно показателей в группе сравнения ($p=0,0001-0,025$). Доля проб крови с повышенным содержанием элементов составила от 21,3 % до 68,1 % от общего количества проб. Выявлены существенные различия в содержании алюминия и фторид-иона в моче у взрослых сравниваемых групп. Средняя концентрация веществ превышала показатели группы сравнения и референтные уровни от 2,2 до 6,8 раза ($p=0,0001$).

У взрослых группы наблюдения в 14,3–63,3 % проб крови идентифицирован бензол, толуол, ксилолы при их отсутствии в группе сравнения (ниже предела обнаружения). Средняя концентрация фенола в крови в 2,4 раза выше показателя в крови взрослых группы сравнения ($p=0,0001$), доля проб с повышенным содержанием фенола составила 89,6 % от общего количества исследованных проб. По остальным изучаемым веществам в крови взрослых группы наблюдения не установлено достоверных различий с показателями группы сравнения.

Выявление и оценка параметров зависимости «среднегодовая концентрация/средняя суточная доза загрязняющего вещества (фактора риска) – концентрация вещества в биосредах» позволила получить адекватные ($F \geq 3,96$, $p \leq 0,05$) и биологически правдоподобные модели зависимости концентрации изучаемого токсиканта в крови и/или моче от его суммарной или изолированной дозы/концентрации при поступлении из внешней среды (в диапазоне исследованных среднегодовых концентраций за одинаковый период наблюдения) (Таблица 5.3).

В результате выполненных исследований установлена зависимость содержания в биосредах алюминия, марганца, никеля, хрома, бензола, ксилола, толуола, этилбензола, фенола, формальдегида, фторид-иона, адекватных воздействующих факторам риска от их концентрации/или экспозиции и таргетных критическим органам и системам.

Таблица 5.3 – Уравнения, описывающие зависимость содержания химического вещества в крови/моче от его концентрации/дозы в объекте среды обитания

Вещество	Объект среды обитания	Вещество	Концентрация в биосреде	Уравнение зависимости	Коэффициент детерминации (R^2)	Критерий достоверности модели ($p \leq 0,05$)
Алюминий	Концентрация в атмосферном воздухе	Алюминий	В моче	$y = -0,016 + 40,679x$	0,262	0,0001
Алюминий	Доза из атмосферного воздуха, питьевой воды и почвы	Алюминий	В моче	$y = 0,009 + 6,304x$	0,133	0,0001
Марганец	Концентрация в атмосферном воздухе	Марганец	В крови	$y = 0,008 + 25,488x$	0,178	0,0001
Марганец	Доза из питьевой воды	Марганец	В крови	$y = 0,003 + 0,778x$	0,160	0,0001
Марганец	Доза из атмосферного воздуха, питьевой воды и почвы	Марганец	В крови	$y = 0,008 + 4,759x$	0,057	0,001
Никель	Концентрация в атмосферном воздухе	Никель	В крови	$y = 0,0001 + 70,250x$	0,390	0,005
Хром	Концентрация в атмосферном воздухе	Хром	В крови	$y = -0,0005 + 185,442x$	0,188	0,0001
Бензол	Концентрация в атмосферном воздухе	Бензол	В крови	$y = 0,001 + 0,059x$	0,283	0,0001
Ксилол	Концентрация в атмосферном воздухе	О-ксилол	В крови	$y = 0,001 + 0,185x$	0,195	0,0001
Ксилол	Концентрация в атмосферном воздухе	П-, м-ксилол	В крови	$y = 0,0001 + 0,053x$	0,248	0,0001
Толуол	Концентрация в атмосферном воздухе	Толуол	В крови	$y = 0,0002 + 0,021x$	0,214	0,0002
Этилбензол	Концентрация в атмосферном воздухе	Этилбензол	В крови	$y = 0,00006 + 0,040x$	0,226	0,023
Фенол	Концентрация в атмосферном воздухе	Фенол	В крови	$y = 0,035 + 1,997x$	0,368	0,0001
Фтористые соединения газообразные	Доза из атмосферного воздуха, питьевой воды и почвы	Фторид-ион	В моче	$y = 0,001 + 9,806x$	0,380	0,002
Формальдегид	Доза из атмосферного воздуха и питьевой воды	Формальдегид	В крови	$y = 0,025 + 0,071x$	0,120	0,048

На основании полученных достоверных зависимостей концентрации обогнозначенных металлов в крови (моче) и органических соединений в крови обоснованы в качестве маркеров хронической аэрогенной экспозиции.

Таким образом, в результате выполненных исследований факт аэрогенной экспозиции у детей и взрослых доказан повышенным содержанием в крови марганца, никеля, хрома, меди, свинца, формальдегида, фенола, а также алюминия и фторид-иона в моче, концентрации которых от 3,0 до 9,2 раз превышали показатели группы сравнения и референтные уровни. Идентифицированы в крови бензол, ксилол, толуол, этилбензол, не выявленные в группе сравнения.

5.2 Анализ негативных эффектов системных (клинико-функциональных) и клеточно-молекулярных (иммуно-биохимических, молекулярно-генетических) нарушений состояния здоровья, обусловленных повышенным содержанием химических веществ в биосредах

Результаты исследования нарушений состояния здоровья детей. Сравнительная оценка результатов специального социологического опроса детей, включенных в углубленное обследование, свидетельствует о сопоставимости групп наблюдения и сравнения по анализируемым признакам: пол, возраст, национальность, поведение, образ жизни, социально-экономические показатели (состав семьи и уровень материального благосостояния, режим питания, режим дня, занятия спортом, профессиональная занятость родителей, приверженность родителей к курению и употреблению спиртосодержащих напитков, условия проживания, подверженность воздействию токсичных химических веществ, используемых в быту).

В обеих изучаемых группах основной возраст обследованных детей (группа наблюдения 90,0 %, группа сравнения 87,5 %) составил 4–7 лет, достоверных статистических различий не установлено (Таблица 5.4).

Таблица 5.4 – Возрастной состав обследованных детей

Возраст, лет	Группа наблюдения, %	Группа сравнения, %	Достоверность различий ($p \leq 0,05$)
4	27,5	24,4	0,625
5	23,3	26,6	0,375
6	24,3	22,2	0,151
7	24,9	26,8	0,254

По половому составу дети исследуемых групп включали практически одинаковое число мальчиков (46,6 % и 42,6 % соответственно) и девочек (53,4 % и 57,4 % соответственно) и статистически были не различимы ($p=0,364-0,455$).

Результаты клинического, функционального, инструментального и лабораторного обследования. Анализ структуры заболеваемости сравниваемых групп детей показал наиболее существенные различия по распространенности отдельных классов болезней, установленных в отношении заболеваний органов дыхания (код по МКБ-10: J30-J30.4, J31.0-J31.2 J35, J35.2, J35.8, J45, J68.2), доля страдающих детей в группе наблюдения составила 95,8 % и в группе сравнения – 55,3 % ($p=0,002$); нервной системы (F48, F89, F90, F93.8, F98, G47, G90.8) – доля детей 100 % и 68,1 % соответственно, ($p=0,001$); опорно-двигательного аппарата и нарушений физического развития (M21, M41, M43, M89, E34.3 E44-E46, E34.3, E34.4, E67, E68) – доля детей 100 % и 38,4 %, соответственно ($p=0,001$); эндокринной системы (E01.0, E03, E04, E06.3, E07, E66, E78) – доля детей 87,8 % и 74,5 %, ($p=0,04$); сердечно-сосудистой системы (I45-I49) – доля детей 15,3 % и 4,3 %, ($p=0,05$). Частота встречаемости данных видов заболеваний у детей группы наблюдения превысила показатели группы сравнения в 1,2–3,6 раза ($p \leq 0,001-0,05$) (Таблица А.1).

В результате углубленного обследования детей группы наблюдения установлен комплекс заболеваний, адекватных критическим органам и системам и связанных с повышенным содержанием в биосредах токсичных веществ. Об этом свидетельствует зарегистрированная распространенность *болезней органов дыхания*, которая в 1,7 раза превышает показатель группы сравнения. Они представлены преимущественно в виде хронических воспалительных заболеваний верхних

дыхательных путей (носоглотки) (60,8 %, что в 2,9 раза больше), характеризующихся развитием не только хронического ринита, но и вовлечением в патологический процесс более глубоких отделов дыхательной системы – придаточных пазух носа, гортани, трахеи, проявляющихся в виде хронического назофарингита и хронического фарингита (42,5 % при отсутствии в группе сравнения; $p=0,03-0,05$), доказано связанных с повышенным содержанием в крови никеля, в моче фторид-иона и алюминия и ($R^2=0,18-0,29$; $59,82 \leq F \leq 194,34$; $p=0,0001$) (Таблица 5.5). В группе сравнения хронические воспалительные заболевания носоглотки представлены только хроническим ринитом.

Таблица 5.5 – 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 доп. 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
					$\Sigma=26,1$	
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
					$\Sigma=60,0$	
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
					$\Sigma=75,7$	

Частота регистрации хронических лимфопролиферативных и аллергических заболеваний органов дыхания в сравниваемых группах достоверно не отличалась. При этом, у детей группы наблюдения выявлялся в 1,7 раза чаще хронический тонзиллит (у 42,9 % и 25,0 % в группе сравнения, $p=0,035$), а также более частые и

выраженные проявления аллергического процесса в виде признаков гиперчувствительности верхних дыхательных путей (у 30,8 %) и бронхиальной астмы (у 8 %) при отсутствии таковых в группе сравнения ($p=0,03-0,05$). Установлена прямая зависимость развития хронических лимфопролиферативных заболеваний органов дыхания от концентрации в крови марганца, в моче – фтор-иона ($R^2=0,20-0,25$; $60,38 \leq F \leq 89,59$; $p=0,0001$), а также аллергических заболеваний органов дыхания от концентрации в крови формальдегида, никеля и хрома ($R^2=0,31-0,48$; $84,36 \leq F \leq 180,80$; $p=0,0001$).

Результаты инструментальных исследований (спирографии) свидетельствуют об отсутствии существенных нарушений функции внешнего дыхания и подтверждают, что хронические заболевания органов дыхания протекают с преимущественным вовлечением в патологический процесс верхних отделов.

Повышенная выявляемость болезней органов дыхания у детей группы наблюдения подтверждается разнонаправленным изменением гематологических и иммунологических показателей (в 1,2–3 раза выше относительно группы сравнения, $p=0,002-0,003$), характеризующих снижение активности клеточного иммунитета (показатели фагоцитоза снижены в 1,4–1,7 раза чаще) и повышение активности гуморального иммунитета (преимущественно IgA в сыворотке крови повышен в 2,4 раза чаще) (Таблица А.2). Установлена зависимость достоверного снижения абсолютного и относительного фагоцитоза, фагоцитарного числа при увеличении концентрации марганца, никеля, фенола, хрома в крови ($R^2=0,12-0,72$; $12,96 \leq F \leq 325,59$; $p=0,0001$) и повышении концентрации алюминия и фторид-ионов в моче ($R^2=0,32-0,51$; $58,66 \leq F \leq 126,49$; $p=0,0001$); повышения концентрации IgA при увеличении концентрации марганца, хрома, никеля, бензола, ксилолов в крови ($R^2=0,45-0,85$; $108,61 \leq F \leq 2713,65$; $p=0,0001$) и повышении концентрации алюминия и фторид-ионов в моче ($R^2=0,24-0,37$; $39,29 \leq F \leq 111,16$; $p=0,0001$) (Таблица А.3). Установлено более частое и более выраженное развитие реакции неспецифического воспаления и сенсибилизации верхних и средних отделов органов дыхания. Об этом свидетельствует более частое (в 1,5 раза) и более выраженное (в 2,2 раза) повышение индекса эозинофилии ($p=0,002-0,003$); более частое (в 1,6–3,1

раза, $p=0,0001-0,006$) повышение в 1,5–2,9 раза числа эозинофилов, эозинофильно-лимфоцитарного индекса в крови ($p=0,0001-0,001$) (Таблица А.4). Установлены достоверные связи между повышенным уровнем абсолютного числа эозинофилов, эозинофильно-лимфоцитарного индекса в крови и повышенным содержанием формальдегида в крови ($R^2=0,49-0,51$; $96,86 \leq F \leq 105,93$; $p=0,0001$); повышенным уровнем индекса эозинофилии и содержанием никеля, марганца и хрома в крови ($R^2=0,16-0,41$; $24,18 \leq F \leq 107,46$; $p=0,0001$) (Таблица А.3). Выявлено более частое (в 1,9 раза) развитие общей сенсibilизации (повышение в 1,2 раза среднего содержания IgE общего в сыворотке крови относительно группы сравнения, $p=0,009$), в 1,7–7,2 раза чаще специфической сенсibilизации к формальдегиду и повышенной чувствительности к алюминию. Уровень среднего содержания IgE специфического к формальдегиду и IgG к алюминию в 1,4–1,7 раза выше показателей группы сравнения ($p=0,011-0,045$). Установлена достоверная зависимость повышения IgE общего при увеличении концентрации хрома и никеля в крови ($R^2=0,25-0,48$; $37,36 \leq F \leq 117,19$; $p=0,0001$) (Таблицы А.2, А.3). Указанные патологические изменения протекают на фоне достоверного снижения содержания абсолютного числа CD3+CD4+-лимфоцитов (в 1,3 раза, $p=0,033$) и повышения супрессорного маркера относительного числа CD16+CD56+-лимфоцитов (в 1,4 раза, $p=0,042$) и активационного маркера абсолютного и относительного числа CD3+CD25+-лимфоцитов (в 1,5 раза, $p=0,0001-0,034$) в крови, что может свидетельствовать о наличии антигенной супрессии, которая способствует перестройке рецепторов иммунокомпетентных клеток, повышает их уязвимость. Установлена достоверная зависимость повышения в крови CD16+CD56+-лимфоцитов при увеличении концентрации хрома в крови и фторид-ионов в моче ($R^2=0,52-0,82$; $48,41 \leq F \leq 157,42$; $p=0,0001$). Выявлен более частый (в 1,2–2,0 раза) дефицит внутриклеточного белка Вах (в 1,4 раза, $p=0,021$) и антиапоптотического белка bcl2 (в 1,2 раза, $p=0,041$) в сыворотке крови, абсолютного количества CD3+CD95+-лимфоцитов (в 1,2 раза, $p=0,05$), отвечающих за апоптоз и иммунорегуляцию и связанных с повышенной концентрацией марганца, никеля, хрома, фенола в крови и алюминия в моче ($R^2=0,18-0,59$; $13,33 \leq F \leq 134,01$; $p=0,0001-0,002$).

У детей группы наблюдения зарегистрирована достоверно большая распространенность (в 1,5 раза, $p=0,0001$) функциональных расстройств *вегетативной и центральной нервной системы*. Они проявляются в основном в виде синдромов гиперреактивности с дефицитом внимания (в 5,5 раза чаще, $p=0,030$) и вегетативных дисфункций (в 1,3 раза чаще) (Таблица А1). Установлена связь данных заболеваний с повышенным содержанием в крови марганца, никеля, фенола, толуола, оксилола ($R^2=0,52-0,85$; $714,33 \leq F \leq 141,67$; $p=0,0001-0,001$). Повышенная выявляемость функциональных нарушений нервной системы, в первую очередь, синдрома вегетативных дисфункций, подтверждается результатами инструментальных исследований, свидетельствующими о большей частоте распространенности, относительно показателей группы сравнения, признаков вегетативной лабильности. Установлены более частый в 2,0–3,2 раза ваготонический и гиперсимпатикотонический и более редкий в 1,9 раза эйтонический варианты исходного вегетативного тонуса ($p=0,01-0,03$) (Таблица 5.6).

Таблица 5.6 – Исходный вегетативный тонус у обследованных детей

Тип исходного вегетативного тонуса	Группа наблюдения, %	Группа сравнения, %	Достоверность различий ($p \leq 0,05$)
Ваготония	31,2	15,8	0,03
Эйтония	31,2	60,2	0,01
Симпатикотония	18,8	18,2	0,97
Гиперсимпатикотония	18,8	5,8	0,02

Достоверно чаще на кардиоинтервалограмме выявляются признаки перенапряжения вегетативной регуляции (в 3,6 раза) и изменения вегетативной реактивности (в 1,5 раза). Подтверждением этого является достоверное превышение среднего значения моды (M_0), характеризующего активность гуморально-метаболического звена вегетативной регуляции, как физиологической нормы ($p=0,03$), так и показателя группы сравнения ($0,75 \pm 0,01$ сек против $0,65 \pm 0,02$ сек, $p=0,04$), что свидетельствует о перенапряжении и постепенном переключении на медленный, а следовательно, менее эффективный гуморально-метаболический механизм. На этом фоне снижение активности парасимпатического звена вегетативной регуляции (D_x) и повышение как амплитуды моды (AM_0 – активность

симпатического отдела нервной системы) ($p=0,02-0,04$), так и интегрального показателя – индекса напряжения регуляторных систем (ИН1), являются отражением существенного снижения вегетативных адаптационных возможностей у детей группы наблюдения (Таблица 5.7). Установлена прямая достоверная связь развития у детей вегетативных нарушений с концентрацией марганца, никеля, толуола, фенола в крови и алюминия в моче ($R^2=0,11-0,71$; $15,18 \leq F \leq 472,35$; $p=0,0001$).

Таблица 5.7 – Среднегрупповые значения показателей КИГ у обследованных детей, M+m

Показатели	Физиологическая норма	Группа наблюдения	Группа сравнения	Достоверность различий ($p \leq 0,05$)
Mo, сек	0,62±0,03	0,75±0,01	0,65±0,02	0,04
Dx, сек	0,23±0,05	0,23±0,10	0,37±0,04	0,04
АМо, %	27,0±1,0	37,1±3,9	31,2±2,4	0,02
ИН1, у.е.	94,0±15,0	108,9±16,2	86,5±19,1	0,02

Лабораторным подтверждением нарушения вегетативной регуляции является большая частота встречаемости (в 1,5 раза чаще) и степень выраженности (в 1,3–1,7 раза), относительно группы сравнения, изменений содержания гормонов, обеспечивающих сосудистую и нейро-вегетативную и регуляцию (снижение уровня серотонина в 1,3 раза и повышение кортизола в 1,7 раза в сыворотке крови в 2–8 раза чаще, $p=0,0001-0,013$). Установлена зависимость изменения данных гормонов от повышенного содержания алюминия в моче, марганца в крови ($R^2=0,13-0,36$, $17,49 \leq F \leq 62,75$; $p=0,0001-0,001$) (Таблицы А.2, А.3). Повышенная выявляемость синдрома гиперреактивности с дефицитом внимания подтверждается изменением биохимических показателей обмена нейромедиаторов, регулирующих процессы возбуждения (повышение глутамата в крови в 1,2 раза у 35,4 % детей, $p=0,003$) и торможения в ЦНС (снижение в 1,2 раза гамма-аминомасляной кислоты в крови 55,3 % детей при отсутствии изменений в группе сравнения, $p=0,044$). Дисбаланс нейромедиаторов может усугубляться нарушением показателей состояния окислительных (повышение в 1,2–2,2 раза гидроперекиси липидов и МДА в плазме крови, 8-OHdG в моче, $p=0,0001-0,04$) и антиоксидантных процессов на клеточном и молекулярном уровне (снижение в 1,4 раза общей АОА плазмы крови, $p=0,012$; снижение в 1,2 раза содержания ГлПО и повышение ак-

тивности СОД в сыворотке крови, $p=0,029-0,046$), регистрируемых в 1,4–2,8 раза чаще относительно группы сравнения ($p=0,012$). Установленные изменения показателей вероятностно связаны с повышенным уровнем в крови марганца, никеля, хрома, бензола, о-ксилола, фенола, формальдегида ($R^2=0,19-0,53$, $11,87 \leq F \leq 129,88$; $p=0,0001-0,002$), алюминия и фторид-иона в моче ($R^2=0,19-0,60$; $13,56 \leq F \leq 21,31$; $p=0,0001-0,010$) (Таблицы А.3, А.4).

Наряду с заболеваниями ЦНС, сформировавшимися в период роста и развития детей, выявлена достоверно большая (в 2,3 раза) частота распространенности заболеваний, сформировавшихся в анте- и интранатальном периодах, свидетельствующих о большей глубине поражения ЦНС относительно группы сравнения. Патологический процесс проявлялся миотоническим и гидроцефальным синдромами (35,9 % и 7,1 % случаев соответственно), нейросенсорной тугоухостью (14,3 %), логоневрозом и эпилепсией (по 7,1 % случаев). У детей в группе сравнения данные виды патологии не выявлены ($p=0,01-0,05$). Вероятность развития заболевания резидуально-органического генеза зависит от повышенного уровня марганца, никеля и фенола в крови, алюминия в моче ($R^2=0,52-0,85$; $141,67 \leq F \leq 714,33$; $p=0,0001-0,001$).

Установлена достоверно большая распространенность (в 1,7 раза) *болезней костно-мышечной системы* в виде нарушений осанки, сколиоза, приобретенной деформации суставов (в 1,3–1,5 раза чаще), остеопенического синдрома (в 2 раза чаще). Выявлена прямая достоверная связь развития у детей заболеваний позвоночника и стопы с концентрацией алюминия и фторид-иона в моче ($R^2=0,41-0,52$; $5,80 \leq F \leq 15,78$; $p=0,001-0,002$).

Большая выявляемость болезней опорно-двигательного аппарата подтверждается тенденцией к дисбалансу показателей фосфорно-кальциевого обмена, о чем свидетельствует достоверное повышение содержания ионизированного кальция в крови (1,5 раза чаще, $p=0,0001$) на фоне достоверного снижения фосфора в сыворотке крови ($p=0,001$) Установлена зависимость вероятности повышения уровня ионизированного кальция в крови от повышенного выведения алюминия с мочой ($R^2=0,47$; $F=84,64$; $p=0,001$). Выявлена большая частота регистрации (в 2,5–

3 раза) изменений маркеров синтеза (снижение остеокальцина в сыворотке крови в 1,2 раза, $p=0,012$) и резорбции костной ткани (повышение тартрат-резистентной кислой фосфатазы в сыворотке крови в 1,5 раза, $p=0,003$), нарушений функции связочного аппарата суставов (повышение с-концевых телопептидов в крови в 17 % случаев при отсутствии в группе сравнения, $p=0,014$). Указанные изменения маркеров костного метаболизма могут быть связаны со снижением (в 1,2-1,3 раза, $p=0,029-0,05$) содержания цитокина остеорегуляции Ampli-sRANKL и повышением остеопротегерина в сыворотке крови, зафиксированным в 40–78 % случаев (в 1,6 раза чаще). Установлена достоверная зависимость изменения Ampli-sRANKL, остеопротегерина, С-концевых телопептидов, остеокальцина при увеличении концентрации никеля, хрома в крови и фторид-иона в моче ($R^2=0,17-0,68$, $71,79 \leq F \leq 201,92$; $p=0,0001$).

Установлена повышенная выявляемость нарушений *физического развития* (массо-ростовых показателей) в основном в виде избытка массы тела и ожирения (в 2 раза чаще, $p=0,03$), высокорослости (в 2,1 раза чаще), доказано связанных с повышенным содержанием в крови бензола и фенола ($R^2=0,31-0,85$; $9,12 \leq F \leq 702,58$; $p=0,0001$).

В распространенности *болезней органов пищеварения* установлена достоверно большая частота регистрации (в 1,3 раза) различных типов нарушений функции желчевыводящих путей, гепатомегалии с явлениями реактивного гепатита (в 1,8 раза чаще, $p=0,05$). Доказана связь частоты данных нарушений с повышенным содержанием в крови о-ксилола, этилбензола ($R^2=0,22-0,34$; $219,12 \leq F \leq 250,61$; $p=0,0001$). Повышенная выявляемость гепатомегалии с явлениями реактивного гепатита подтверждается результатами ультразвукового сканирования, свидетельствующими о большей частоте встречаемости увеличения линейных размеров печени (в 3,1 раза), признаков реактивных изменений ткани печени (в 2,1–5,9 раза чаще, $p=0,001-0,03$) (Таблица 5.8) и изменением биохимических показателей активации процесса цитолиза в печени относительно группы сравнения (в 2,5 раза чаще повышенная в 1,2 раза активность АСАТ в сыворотке крови, $p=0,02$).

Таблица 5.8 – Сравнительный анализ результатов ультразвукового сканирования печени и желчевыводящей системы у обследованных детей

Показатели	Группа наблюдения, %	Группа сравнения, %	Достоверность различий ($p \leq 0,05$)
УЗИ печени			
Ультразвуковая норма	24,3	76,0	0,001
Увеличение линейных размеров	70,3	12,0	0,001
Реактивные изменения структуры ткани	20,8	10,0	0,03
УЗИ желчного пузыря и желчевыводящих путей			
Ультразвуковая норма	29,7	48,0	0,04
Фиксированный перегиб желчного пузыря	8,1	12,0	0,29
Увеличение объема желчного пузыря	48,6	48,0	0,96
Наличие признаков дисхолии	27,0	4,0	0,02
Реактивные изменения стенки желчного пузыря	45,9	8,0	0,001

Повышенная выявляемость билиарной дисфункции подтверждается большей частотой регистрации при УЗИ реактивных изменений стенки желчного пузыря (в 5,7 раза, $p=0,001$), наличия дисхолии (в 6,8 раза, $p=0,02$), большей частотой встречаемости (в 2,6–7,0 раза) и степени выраженности (повышение в 1,5 раза) уровня билирубинов в сыворотке крови ($p=0,001-0,002$). Повышение биохимических показателей (АСАТ и билирубинов) доказано связано с повышением в крови фенола и ксилола ($R^2=0,18-0,23$; $7,43 \leq F \leq 35,46$; $p=0,0001$).

Установлена большая распространенность (в 3,6 раза) заболеваний сердечно-сосудистой системы, представленная только функциональными нарушениями, подтверждаемыми большей частотой регистрации на электрокардиограмме нарушений сердечного ритма в виде синусовой тахи- и брадикардии (до 2,3 раза, $p=0,05$), выраженной синусовой аритмии (в 2,7 раза чаще, $p=0,02$). Выявлена связь данных нарушений с повышенным содержанием в крови бензола и фенола ($R^2=0,25-0,33$; $10,43 \leq F \leq 55,16$; $p=0,0001$) (Таблица 5.9).

Повышенная выявляемость функциональных нарушений сердечно-сосудистой системы, не свойственных данному возрасту детей, вероятно, связана с нарушением вегетативной регуляции сердечного ритма и сосудистого тонуса (преобладание симпатикотонических и гиперсимпатикотонических влияний вегетативной нервной системы).

Таблица 5.9 – Частота встречаемости различных вариантов сердечной деятельности у обследованных детей по данным электрокардиографии

Показатели	Группа наблюдения, %	Группа сравнения, %	Достоверность различий ($p \leq 0,05$)
Норма	27,3	51,9	0,05
Нарушения синусового ритма:	72,7	48,1	0,04
Умеренная синусовая тахикардия	9,1	3,9	0,05
Умеренная синусовая брадикардия	4,5	3,9	0,43
Синусовая аритмия	59,1	40,3	0,04
- умеренная	22,7	26,7	0,52
- выраженная	36,4	13,6	0,02

Выраженная синусовая аритмия у детей группы наблюдения в половине случаев сочетается с повышением резистентности сосудов почек практически на всех исследованных уровнях артериального русла ($p=0,0001-0,041$), выявленным при УЗИ почек с доплерографической оценкой ренального кровотока (Таблица 5.10). У 25 % детей группы наблюдения выявлено повышение индекса резистентности, что не обнаружено в группе сравнения и может быть также связано с нарушением вегетативной регуляции сосудистого тонуса.

Таблица 5.10 – Индекс резистентности почечного кровотока при доплерометрии у обследованных детей

Вид почечного сосуда	Группа наблюдения	Группа сравнения	Достоверность различий ($p \leq 0,05$)
Правая почка ($M \pm m$), у.е			
Ствол магистральной почечной артерии	0,71±0,03	0,66±0,03	0,079
Сегментарные артерии	0,68±0,02	0,66±0,03	0,201
Междольевые артерии	0,66±0,02	0,63±0,02	0,084
Дуговые артерии	0,64±0,03	0,59±0,02	0,0001
Левая почка ($M \pm m$), у.е			
Ствол магистральной почечной артерии	0,73±0,03	0,69±0,02	0,041
Сегментарные артерии	0,70±0,03	0,66±0,02	0,050
Междольевые артерии	0,66±0,03	0,62±0,02	0,006
Дуговые артерии	0,63±0,03	0,59±0,02	0,032
Частота регистрации, %			
Нормальные параметры кровотока	75	100	0,03
Повышение индекса резистентности ИР на всех уровнях артериального русла почек	25	–	0,03

Установленные нарушения создают предпосылки развития сердечно-сосудистой патологии в старших возрастных группах. Дополнительным подтверждением этого является повышение в 2 раза частоты регистрации и уровня откло-

нений показателей липидограммы, свидетельствующее о раннем риске развития сердечно-сосудистых заболеваний. Среднее значение коэффициента Апо В100/Апо А1 в сыворотке крови выше показателя группы сравнения в 1,2 раза ($p=0,007$).

При анализе структуры *заболеваний крови и иммунной системы*, развитие которых опосредовано влиянием идентифицированных факторов риска (глава 4.2), не установлено объективных признаков повышенной заболеваемости детей группы наблюдения. Исключением являлось выявление у каждого четвертого ребенка геморрагического васкулита (D69), не установленного в группе сравнения ($p=0,02$) (Таблица А1). Вместе с тем, при проведении УЗИ селезенки у детей группы наблюдения увеличение линейных размеров органа диагностировано в 1,7 раза чаще ($p=0,03$) относительно группы сравнения (Таблица 5.11).

Таблица 5.11 – Результаты ультразвукового сканирования селезенки у обследованных детей

Показатели	Группа наблюдения, %	Группа сравнения, %	Достоверность различий ($p \leq 0,05$)
Увеличение линейных размеров органа	46,2	27,8	0,03
Уменьшение линейных размеров органа	1,9	–	0,74
Нормальная структура селезенки	100	100	1,00

Установлено повышенное в 1,5 раза содержание ретикулоцитов, характеризующих скорость эритропоэза, относительно показателя группы сравнения ($p=0,031$). Обращала на себя внимание достоверно сниженное в 1,2 раза среднее значение НЖСС сыворотки крови ($p=0,009$). Частота регистрации проб с измененным НЖСС составила 25,3 % при 0,0 % в группе сравнения ($p=0,003$). Установлена связь вероятности повышения ретикулоцитов и снижения НЖСС в биосредах с повышенным содержанием марганца в крови ($R^2=0,35-0,39$; $8,50 \leq F \leq 68,17$; $p=0,0001-0,015$).

Несмотря на наличие установленной связи у детей *болезней мочеполовой системы* с воздействием факторов риска аэрогенной экспозиции (по данным обращаемости за медицинской помощью, глава 4.2), при углубленном обследовании хронических заболеваний почек в группе наблюдения не установлено. В то же

время при УЗИ изменение структуры почек ($p=0,04$) и расширение чашечно-лоханочной системы выявлено в 1,7 и 3,6 раза чаще, чем в группе сравнения ($p=0,05$) (Таблица 5.12).

Таблица 5.12 – Результаты ультразвукового исследования почек у обследованных детей

Показатели	Группа наблюдения, %	Группа сравнения, %	Достоверность различий $p \leq 0,05$
Изменения структуры почек	26,9	15,8	0,04
В том числе:			
- расширение чашечно-лоханочная система	19,2	5,3	0,05
- аномалии развития (удвоение)			
- состояние после односторонней нефрэктомии (по поводу мультикистоза)	3,85	10,5	0,31
	3,85	0,0	0,58

Установлена достоверно большая распространенность нарушений *процессов развития* в виде сформированных пороков, представленных в основном врожденными пороками почек (в 1,5 раза чаще). Это сочетается с повышенной распространенностью пролиферации и цитогенетических повреждений клеток, выявленных в микроядерном тесте (Таблица 5.13). В 1,2–1,8 раза чаще регистрировались клетки с микроядрами и протрузиями, многоядерные клетки ($p=0,006–0,042$). Установлена зависимость изменений данных показателей от повышенного содержания в крови никеля, хрома, толуола ($R^2=0,15–0,28$; $10,51 \leq F \leq 45,20$; $p=0,0001$).

Таблица 5.13 – Частота морфологических изменений буккальных эпителиоцитов у обследованных детей

Показатель	Среднее значение ($M \pm m$), ‰		Частота отклонений относительно группы сравнения, %		Кратность различий между группами	Достоверность различий ($p \leq 0,05$)
	группа наблюдения	группа сравнения	выше	ниже		
1	2	3	4	5	6	7
Цитогенетические показатели						
Частота клеток с микроядрами	0,714±0,097	0,556±0,208	58,7	41,3	1,3	0,175
Частота клеток с протрузиями типа "разбитое яйцо", "язык"	1,238±0,122	1,067±0,259	30,2	15,3	1,2	0,244
Интегральный показатель цитогенетического действия (сумма клеток с микроядрами и протрузиями)	1,952±0,137	1,622±0,289	66,1	33,9	1,2	0,042
Показатели пролиферации						
Частота клеток с круговой насечкой	1,376±0,139	1,711±0,495	9,5	61,4	0,8	0,203
Частота клеток многоядерных	0,64±0,103	0,356±0,171	50,3	49,7	1,8	0,006

Продолжение таблицы 5.13

1	2	3	4	5	6	7
Интегральный показатель пролиферации (сумма клеток с круговыми насечками ядра и двумя ядрами)	2,016±0,159	2,067±0,541	30,2	34,4	1,0	0,859
Показатели завершения деструкции ядра (апоптоза)						
Частота клеток с апоптозными телами	0,81±0,137	1,467±0,486	15,9	44,4	0,6	0,111
Частота клеток с полным кариолизисом	2,746±0,195	3,844±0,792	9,5	74,1	0,7	0,109
Частота клеток с кариорексисом	146,958±2,611	143,022±6,228	43,9	27,5	1,0	0,255
Апоптотический индекс (сумма клеток с кариорексисом, полным кариолизисом, апоптозными телами)	150,519±2,647	148,333±6,416	41,8	32,8	1,0	0,537

На основании обобщения результатов углубленного обследования детей из зоны наибольшего риска здоровью установлены факты его реализации в виде развития негативных эффектов, адекватных органам-мишеням воздействия. Доказательством этого является более высокий уровень распространенности и степени выраженности относительно группы сравнения:

- повышенного уровня (в 1,3–9,2 раза) в крови марганца, хрома, никеля, фенола, формальдегида и в моче алюминия, фторид-иона, идентифицированы в крови бензол, этилбензол, толуол, о-, м-, п-ксилолы при отсутствии в группе сравнения, что подтверждает факт аэрогенной экспозиции данных загрязняющих веществ;

- болезней органов дыхания (в 1,7 раза чаще) с преимущественным вовлечением верхних и более глубоких отделов дыхательных путей (носоглотки, трахеи) с развитием воспалительных (в 2,9 раза чаще), лимфопролиферативных (в 1,7 раза чаще) процессов и сенсибилизации, сопровождающихся снижением активности клеточного (показателей фагоцитоза) и повышением гуморального (IgA) иммунитета, развитием общей и специфической сенсибилизации и чувствительности к формальдегиду, алюминию (IgE специфический к формальдегиду, IgG специфический к алюминию, эозинофилия) на фоне перестройки рецепторов иммунокомпетентных клеток (снижение CD3+CD4+-, повышение CD16+CD56+- и

CD3+CD25+-лимфоцитов), нарушений апоптоза и иммунорегуляции (снижение Вах, bcl2, CD3+CD95+-лимфоцитов), связанных с повышенным содержанием в крови марганца, хрома, никеля, фенола, формальдегида и в моче алюминия, фторид-иона;

– болезней (в 1,5 раза чаще) вегетативной и центральной нервной системы функционального характера (до 35 %), протекающих на фоне перенапряжения гуморально-метаболического звена вегетативной регуляции (до 3,6 раза чаще) и нарушения баланса нейромедиаторов возбуждения и торможения (у 20 % при отсутствии изменений в группе сравнения), обусловленных повышенным содержанием в крови марганца, никеля, фенола, толуола, о-ксилола, в моче алюминия; развитие неврологической патологии органического генеза (в 2,3 раза чаще), характеризующейся более выраженной глубиной поражения центральной нервной системы, связанной с повышенным уровнем марганца, никеля, фенола в крови и алюминия в моче;

– болезней опорно-двигательного аппарата (в 1,7 раза чаще), характеризующихся преимущественным нарушением развития связочного аппарата, деформацией осанки, остеопенического синдрома (в 1,3–2,0 раза), подтверждаемых нарушением баланса кальций-фосфорного обмена, процессов синтеза и резорбции костной ткани, остеорегуляции, обусловленных повышенным содержанием в крови никеля и хрома, в моче алюминия и фторид-иона;

– нарушений *физического развития* (в 2 раза чаще) преимущественно в виде избытка массы тела, ожирения и высокорослости, доказано связанных с повышенным содержанием в крови бензола и фенола;

– нарушений функций желчевыводящих путей, признаков гепатомегалии (до 2,0 раза чаще) с реактивными изменениями ткани печени, дисхолии, повышения активности цитолиза, связанные с повышенным содержанием в крови о-ксилола, фенола, этилбензола;

– функциональных нарушений сердечно-сосудистой системы (в 3,6 раза чаще), характеризующихся большей частотой (до 2,3 раза) нарушений сердечного ритма и сосудистого тонуса (в 25 % случаев), связанных с расстройством вегета-

тивной регуляции и обусловленных повышенным содержанием в крови бензола и фенола; установленные нарушения создают предпосылки развития сердечно-сосудистой патологии в старших возрастных группах;

– нарушений *процессов развития* (в 1,5 раза чаще) преимущественно в виде врожденных пороков почек (изменение структуры), подтвержденных повышенной выявляемостью пролиферации и цитогенетических повреждений клеток, доказано связанных с повышенным содержанием в крови никеля, хрома, толуола.

Установленные достоверные, адекватные и биологически правдоподобные причинно-следственные связи позволили в качестве маркеров негативных эффектов у детей обосновать следующие показатели в крови и сыворотке крови: повышение индекса эозинофилии, IgE общего, IgE специфического к формальдегиду, IgG специфического к алюминию; повышение CD16+CD56+-лимфоцитов; снижение CD3+CD95+-лимфоцитов, Вах, bcl2; повышение глутаминовой кислоты и кортизола, снижение серотонина в; повышение МДА, гидроперекиси липидов, 8-OHdG, СОД и снижение АОА в и ГлПО; снижение фагоцитарного числа, фагоцитарного индекса, процента фагоцитоза; повышение С-концевых телопептидов, остеопротегерина и снижение остеокальцина, Ampli-sRANKL; повышение АСАТ, общего и прямого билирубина.

В целом, воздействие идентифицированных в крови детей группы наблюдения повышенных уровней марганца, хрома, никеля, ксилолов, бензола, этилбензола, фенола, толуола, формальдегида и в моче алюминия, фторид-иона, связанных факторами экспозиции, обуславливает развитие клинических, функциональных и лабораторных проявлений хронических лимфопролиферативных, воспалительных, в том числе с аллергическим компонентом, заболеваний верхних отделов системы дыхания, нервной системы, опорно-двигательного аппарата, функциональных нарушений сердечно-сосудистой системы, печени и желчевыводящих путей, физического развития, процессов развития в виде врожденных пороков.

Результаты исследования нарушений состояния здоровья взрослых. Сравнительная оценка результатов специального социологического опроса взрослых, включенных в углубленное обследование, свидетельствует о

сопоставимости групп наблюдения и сравнения по анализируемым признакам: пол, возраст, национальность, поведение, образ жизни и социально-экономическое положение (образование, семейный статус, режим и характер питания, режим труда и отдыха, приверженность к курению и употреблению спиртосодержащих напитков, занятия спортом, уровень материального благосостояния, профессиональная занятость, условия проживания, использование токсичных химических веществ в быту).

Обе группы сопоставимы по возрастному и гендерному составу ($p=0,68$). В группе наблюдения средний возраст обследованных составил $37,2 \pm 2,23$ года, из них 40 % в возрасте от 20 до 35 лет и 60% от 36 до 48 лет. В группе сравнения средний возраст составил $37,4 \pm 2,36$ года из них в возрасте от 20 до 35 лет и от 36 до 48 лет по 50 % ($p=0,24-0,37$).

Результаты клинического, функционального, инструментального и лабораторного обследования. Сравнительный анализ структуры заболеваемости показал, что у взрослых группы наблюдения преобладающими являлись болезни костно-мышечной, нервной, мочеполовой системы, крови и кроветворных органов с вовлечением иммунных механизмов, уровень которых в 1,4–3,0 раза превышал показатели группы сравнения (Таблица 5.14).

Таблица 5.14 – Структура заболеваемости обследованного взрослого населения по классам болезней

Класс болезней	Группа наблюдения, %	Группа сравнения, %	Достоверность различий ($p \leq 0,05$)
Болезни органов кровообращения (I00-I99)	13,3	13,6	0,97
Болезни органов дыхания (J00-J99)	36,6	36,3	0,97
Болезни органов пищеварения (K00-K93)	70,0	68,1	0,86
Болезни костно-мышечной системы (M00-M99)	22,2	13,6	0,02
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и метаболические нарушения (E00-E90)	58,8	40,9	0,13
Болезни нервной системы (G00-G99)	70,0	50,0	0,04
Болезни кожи и подкожной клетчатки (L00-L99)	6,6	4,5	0,74
Болезни мочеполовой системы (N00-N99)	26,6	9,0	0,03
Болезни крови и кроветворных органов с вовлечением иммунных механизмов (D10-D89)	50,0	22,2	0,01

Болезни нервной системы являлись одним из приоритетных видов заболеваний (доля в структуре составила 70,0 %), регистрировались в 1,4 раза чаще относительно группы сравнения ($p=0,04$). Болезни представлены преимущественно синдромом вегетативной дистонии (в 100 % случаев), выявляемым в 1,8 раза чаще ($p=0,009$) и доказано связанным с повышенным содержанием в крови марганца, никеля, фенола ($R^2=0,18-0,55$; $28,01 \leq F \leq 125,77$; $p=0,0001$) и в моче алюминия ($R^2=0,25$, $F \geq 95,87$, $p=0,0001$) (Таблица 5.15).

Таблица 5.15 – Структура заболеваемости обследованного взрослого населения по основным нозологическим формам

Классы болезней по МКБ-10	Нозологические формы	Группа наблюдения, %	Группа сравнения, %	Достоверность различий ($p \leq 0,05$)
1	2	3	4	5
Болезни органов кровообращения (I00-I99)	Артериальная гипертензия (I10-I15)	75,0	100,0	0,35
	Пролапс митрального клапана (I34.1)	16,6	0	0,44
	Ревматическая болезнь сердца (I05-I09)	8,3	0	0,60
Болезни органов дыхания (J00-J99)	Хронический риносинусит (J32)	48,4	25,0	0,03
	Хронический тонзиллит (J35.0)	39,3	25,0	0,05
	Хроническая обструктивная болезнь легких (J44)	29,0	36,0	0,52
Болезни органов пищеварения (K00-K93)	Неспецифический язвенный колит (K51)	1,5	0,0	0,63
	ДЖВП (K80-K87)	38,0	16,6	0,04
	Постхолецистэктомический синдром (K91.5)	4,7	0	0,39
Болезни органов пищеварения (K00-K93)	Желчно-каменная болезнь (K80)	7,9	0	0,26
	Хронический бескаменный холецистит (K81.1)	27,0	33,0	0,62
	Гастро-эзофагально рефлюксная болезнь (K21)	6,3	0,0	0,31
	Хронический панкреатит (K86)	9,5	0,0	0,21
	Язвенная болезнь желудка и 12-перстной кишки (K25-K26)	3,1	0,0	0,69
	Хронический гастрит и дуоденит (K29)	49,2	23,3	0,04
Болезни костно-мышечной системы (M00-M99)	Поражение межпозвоночных дисков (M50-M51)	58,0	66,6	0,62
	Ревматический полиартрит (M00-M13)	5,0	0,0	0,69
	Дорсопатия (M40-M54)	85,0	33,3	0,04

Продолжение таблицы 5.15

1	2	3	4	5
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и метаболические нарушения (E00-E90)	Сахарный диабет 2 тип (E10-E14)	7,5	11,1	0,71
	Абдоминальное ожирение (E65-E68)	32,0	44,4	0,46
	Фокальные изменения щитовидной железы (E00-E07)	39,6	44,4	0,76
	Узловой зоб (E00-E07)	22,6	22,2	0,99
	Субклинический гипертиреоз (E00-E07)	3,7	0	0,51
Болезни нервной системы (G00-G99)	Синдром вегетативной дистонии (G92-G99)	100,0	55,0	0,009
Болезни кожи и подкожной клетчатки (L00-L99)	Атопический дерматит (L20-L30)	83,3	0	0,01
	Крапивница от механического воздействия (L50-L54)	13,0	100,0	0,01
	Алопеция (L63)	3,7	0,0	0,81
Болезни мочеполовой системы (N00-N99)	Хронический пиелонефрит (N10-N16)	33,3	50,0	0,05
	Мочекаменная болезнь (N20-N23)	21,0	50,0	0,04
	Эрозия шейки матки (N86)	8,3	0	0,67
	Ранний климакс (N95)	4,1	0	0,77
	Заболевания молочной железы (N60-N64)	25,0	0	0,04
	Эндометриоз (N70-N77)	12,5	0	0,04
	Киста почки (N25-N29)	4,1	0	0,65
Болезни крови и кроветворных органов с вовлечением иммунных механизмов (D50-D89)	Вторичное иммунодефицитное состояние (D80-D89)	65,0	0,0	0,01
	Анемия нормохромная (D50-D53)	15,0	63,6	0,01
	Анемия гипохромная (D50-D53)	20,0	36,3	0,32
Новообразования: - доброкачественные (D10-D36); - злокачественные (C00-C97)	Миома (D10-D36)	4,1	0,0	0,77
		1,1	0,0	0,55

Результаты кардиоинтервалографии свидетельствуют о большей частоте и степени выраженности у взрослых группы наблюдения признаков перенапряжения регуляции (в 1,6–2,6 раза чаще) и изменения вегетативной реактивности (в 2,5 раза чаще). Так, ваготонический и гиперсимпатикотонический варианты исходного вегетативного тонуса регистрировались в 2,6 раза чаще относительно группы сравнения ($p=0,03-0,05$) (Таблица 5.16). В группе наблюдения активность парасимпатического звена вегетативной регуляции в 1,5 раза превышала показатель

группы сравнения ($p=0,05$), а среднее значение индекса напряжения зарегистрировано в 1,4 раза ниже ($p=0,04$) (Таблица 5.17).

Таблица 5.16 – Варианты исходного вегетативного тонуса у обследованного взрослого населения

Вегетативный тонус	Группа наблюдения, %	Группа сравнения, %	Достоверность различий ($p \leq 0,05$)
<i>Тип исходного вегетативного тонуса</i>			
Ваготония	22,2	0,0	0,03
Эйтония	37,0	60,0	0,04
Симпатикотония	11,2	20,0	0,41
Гиперсимпатикотония	29,6	20,0	0,05
<i>Вегетативная реактивность при проведении клиноортостатической пробы</i>			
Асимпатикотоническая	24,8	10,0	0,05
Симпатикотоническая	49,3	74,0	0,04
Гиперсимпатикотоническая	25,9	16,0	0,05

Таблица 5.17 – Среднегрупповые значения показателей кардиоинтервалографии у обследованных взрослых, $M \pm m$

Показатели	Группа наблюдения	Группа сравнения	Достоверность различий ($p \leq 0,05$)
Мо, сек	0,95±0,06	0,90±0,2	0,53
Дх, сек	0,37±0,09	0,25±0,1	0,05
АМо, %	42,0±4,6	43,5±19,4	0,8
ИН1, у.е	90,7±29,4	124,3±30,6	0,04

При проведении клиноортостатической пробы установлено (Таблица 5.16), что гиперсимпатикотонический тонус вегетативной регуляции, являющийся энергетически невыгодным механизмом, выявлялся в 1,6 раза чаще ($p=0,05$), а асимпатикотонический тип реактивности, показывающий отсутствие ожидаемого напряжения адаптационно-компенсаторных механизмов, выявлялся в 2,5 раза чаще, чем в группе сравнения ($p=0,05$). Подтверждением нарушения вегетативной регуляции является большая частота встречаемости (в 2,1–3,3 раза чаще) и степени выраженности относительно группы сравнения изменения содержания гормонов, обеспечивающих нейро-вегетативную и сосудистую регуляцию (снижение уровня серотонина в 1,6 раза и повышение кортизола в сыворотке крови в 1,2 раза, $p=0,003-0,004$), доказано связанных (повышение кортизола) с повышенным содержанием никеля и о-ксилола в крови и алюминия в моче ($R^2=0,27-0,49$; $13,11 \leq F \leq 47,47$; $p=0,0001-0,003$). Кроме этого, установлено нарушение баланса

нейротрансмиттеров, обеспечивающих передачу нервного импульса, характеризующегося снижением уровня в 1,3 раза содержания глутаминовой кислоты (возбуждающий нейротрансмиттер) в сыворотке крови относительно показателя в группе сравнения ($p=0,006$). Частота регистрации проб с пониженным уровнем глутамата в 2,9 раза была выше показателя в группе сравнения ($p=0,003$). Установлена его связь с повышением уровнем никеля и фенола в крови ($R^2=0,18-0,39$; $11,11 \leq F \leq 17,20$; $p=0,001-0,003$), алюминия в моче ($R^2=0,48$; $F=43,42$; $p=0,0001$). Представленные изменения показателей регистрировались на фоне отклонения показателей активности окислительных (повышение гидроперекиси липидов в сыворотке и МДА в плазме крови, 8-OHdG в моче в 1,2–2,8 раза, $p=0,0001-0,022$) и антиоксидантных процессов на клеточном и молекулярном уровне (снижение общей АОА в плазме, ГлПО и СОД в сыворотке крови в 1,1–1,6 раза, $p=0,0001-0,044$), выявляемых в 1,4–2,8 раза чаще относительно группы сравнения. Установлена зависимость отклонений данных показателей от повышенного содержания марганца, хрома, фенола и формальдегида в крови ($R^2=0,22-0,89$; $6,06 \leq F \leq 286,29$; $p=0,0001-0,024$), алюминия и фторид-иона в моче ($R^2=0,18-0,72$; $4,71 \leq F \leq 138,49$; $p=0,0001-0,039$).

Болезни костно-мышечной системы имели достоверно большую распространенность в структуре болезней относительно группы сравнения (в 1,6 раза, $p=0,02$). Проявлялись преимущественно в виде дорсопатий (в 2,6 раза чаще, $p=0,04$) (Таблица 5.15), связанных с повышенным содержанием в крови никеля и хрома, в моче алюминия и фторид-иона ($R^2=0,18-0,33$; $124,23 \leq F \leq 325,64$; $p=0,0001-0,001$). Повышенная регистрация болезней позвоночника и соединительной ткани подтверждается выявленной тенденцией к нарушению баланса фосфорно-кальциевого-магниевого обмена и остеорегуляции. Установлено достоверно повышенное (до 2,5 раза чаще), относительно группы сравнения, среднее содержание ионизированного кальция в крови и магния в сыворотке крови ($p=0,010-0,013$) и противоположное этому достоверное снижение среднего значения фосфора в сыворотке крови ($p=0,003$). Содержание Ampli-sRANKL в сыворотке крови снижено в 1,3 раза чаще ($p=0,006$). Доказана связь сниженного уров-

ня фосфора и Ampli-sRANKL с повышенным уровнем фторид-иона в моче ($R^2=0,23-0,65$; $12,64 \leq F \leq 532,56$; $p=0,0001-0,003$).

Болезни мочеполовой системы регистрировались в группе наблюдения в 3,0 раза чаще группы сравнения ($p=0,03$). При этом различия характеризовались преимущественно выявлением у 49,9 % обследованных патологии репродуктивной сферы в виде эрозии шейки матки, раннего климакса, болезней молочных желез, эндометриоза ($p=0,04$). Установлены донозологические признаки функциональных нарушений почек в виде достоверного увеличения уровня ($p=0,011$) и частоты регистрации, относительно группы сравнения (в 4,3 раза чаще), содержания креатинина в сыворотке крови, доказано связанного с повышенным содержанием о-ксилола, фенола, хрома в крови ($R^2=0,22-0,39$; $13,56 \leq F \leq 34,45$; $p=0,0001$).

Болезни органов дыхания. Установлены достоверные различия в частоте регистрации хронических воспалительных и лимфопролиферативных заболеваний верхних дыхательных путей в виде хронического риносинусита и хронического тонзиллита (в 1,9 и 1,6 раза чаще, $p=0,03-0,05$), имеющих достоверную зависимость от повышенного содержания марганца, хрома, формальдегида в крови, алюминия и фторид-иона в моче ($R^2=0,22-0,34$; $155,12 \leq F \leq 189,87$; $p=0,0001$). Повышенная выявляемость данной патологии подтверждалась достоверным снижением показателей клеточного и повышением активности гуморального иммунитета, преимущественно в виде повышения IgA в сыворотке крови, регистрируемого в 2,2 раза чаще группы сравнения ($p=0,05$). Фагоцитарное звено характеризовалось в 1,2–3,2 раза чаще, относительно группы сравнения, снижением показателей фагоцитоза. Средний уровень абсолютного фагоцитоза был снижен в 1,3 раза ($p=0,026$). Установлена достоверная связь снижения показателей фагоцитоза с увеличением концентрации марганца, никеля, хрома, формальдегида в крови ($R^2=0,38-0,75$, $28,64 \leq F \leq 137,52$; $p=0,0001$) и повышением концентрации алюминия и фторид-ионов в моче ($R^2=0,07-0,60$, $6,0 \leq F \leq 62,16$; $p=0,0001-0,017$). Установлено более частое и более выраженное развитие реакции неспецифического воспаления и сенсibilизации верхних отделов органов дыхания. Об этом свидетельствовал повышенный в 2,0–2,2 раза относительно группы сравнения, уровень абсолютно-

го и относительного числа эозинофилов в крови ($p=0,015-0,043$). Установлено 11,2 % проб с повышенным уровнем индекса эозинофилии ($p=0,044$), что в 2,5 раза превышает показатель группы сравнения ($p=0,035$) и связано с повышенным содержанием в крови никеля, хрома, формальдегида ($R^2=0,17-0,66$; $9,54 \leq F \leq 102,72$; $p=0,0001-0,004$). Наблюдалось достоверное превышение в группе наблюдения среднего значения содержания (в 2,1 раза) и доли повышенных проб (в 4,3 раза) общего IgE в сыворотке крови ($p=0,025$), уровня и частоты регистрации повышенной чувствительности к алюминию и специфической сенсибилизации к формальдегиду относительно группы сравнения в 2,0 и 1,4 раза соответственно ($p=0,011-0,035$). Установлена достоверная зависимость повышения концентрации IgE общего от повышения марганца, хрома в крови ($R^2=0,17-0,48$, $8,16 \leq F \leq 22,25$; $p=0,0001-0,007$) (Таблицы Б.1 – Б.3).

Болезни органов пищеварения. Установлена достоверно большая частота регистрации нарушений функции желчного пузыря и желчевыводящих путей в виде дискинезии (в 2,3 раза чаще, $p=0,04$), а также хронических воспалительных заболеваний желудка и 12-перстной кишки в виде хронического гастрита и гастродуоденита (в 2,1 раза, $p=0,04$), связанных с повышенным содержанием в крови хрома, никеля ($R^2=0,27-0,38$, $10,17 \leq F \leq 25,31$; $p=0,0001$). Повышенная выявляемость билиарной дисфункции подтверждалась большей частотой регистрации при УЗИ реактивных изменений желчного пузыря (в 1,5 раза чаще, $p=0,03-0,04$), наличия дисхолии, полипов в желчном пузыре (в 13–19 % случаев при отсутствии в группе сравнения) (Таблица 5.18).

Таблица 5.18 – Сравнительный анализ результатов УЗИ желчного пузыря у обследованных взрослых

Показатели	Группа наблюдения, %	Группа сравнения, %	Достоверность различий ($p \leq 0,05$)
Ультразвуковая норма	–	23,1	0,03
Фиксированный перегиб пузыря	31,3	23,1	0,04
Изменение стенки, как признак хронического холецистита	87,5	59,2	0,03
УЗ-признаки полипов	12,5	–	0,30
Наличие признаков дисхолии	18,8	–	0,05
Наличие конкрементов	12,5	7,7	0,43

Лабораторным подтверждением процесса являлась большая до 1,9 раза частота встречаемости и степени выраженности относительно группы сравнения уровня общего и прямого билирубинов в крови (в 1,2–1,4 раза выше, $p=0,002–0,035$) (Таблица Б.2), достоверно связанных с повышенным содержанием хрома и бензола в крови ($R^2=0,24–0,38$; $116,23 \leq F \leq 1345,97$; $p=0,0001$). Установлено повышение в 1,3 раза активности АСАТ в сыворотке крови ($p=0,0001$), связанного с повышенным уровнем о-ксилола в крови ($R^2=0,26$; $F \leq 15,42$; $p=0,0001$); повышение в 1,9 раза содержания пепсиногена II в сыворотке крови ($p=0,004$), связанное с повышенным содержанием в крови марганца, хрома, бензола, фенола ($R^2=0,12–0,73$; $7,57 \leq F \leq 100,68$; $p=0,0001–0,009$).

Болезни системы кровообращения. Установленный спектр клинических проявлений у взрослых группы наблюдения относительно группы сравнения шире и представлен, помимо гипертонической болезни, ревматической болезнью сердца. При этом нарушение процессов проводимости на электрокардиограмме в виде синусовой брадикардии и миграции водителя ритма встречалось в 2,8 раза чаще относительно группы сравнения ($p=0,03–0,05$), а снижение показателей функции эндотелия сосудов в 1,5 раза достоверно отличалось от показателей группы сравнения ($p=0,03–0,04$) (Таблица 5.19).

Таблица 5.19 – Сравнительный анализ результатов исследований по данным электрокардиографии и УЗ-сканирования сосудов у обследованных взрослых

Показатели	Группа наблюдения, %	Группа сравнения, %	Достоверность различий ($p \leq 0,05$)
<i>Электрокардиографическое исследование</i>			
Норма	57,9	60	0,89
Отклонения от нормы сердечной деятельности	42,1	40	0,89
Синусовая аритмия	18,3	26,7	0,23
Синусовая тахикардия	5,3	6,7	0,45
Синусовая брадикардия	13,2	6,7	0,03
Миграция водителя ритма	5,3	0,0	0,05
<i>УЗ-сканирование сосудов брахиоцефальной зоны</i>			
Относительный прирост диаметра плечевой артерии, %	12,11±2,01	17,6±2,95	0,03
Коэффициент чувствительности плечевой артерии, у.е	0,147±0,03	0,167±0,05	0,04

Полученные результаты свидетельствуют о перенапряжении и истощении механизмов вегетативной регуляции у половины обследованных взрослых группы наблюдения, что в сочетании с установленными нарушениями эндотелий-зависимой вазодилатации формирует предпосылки для развития и прогрессирования сердечно-сосудистой патологии. Повышенный риск развития сосудистых нарушений у взрослых группы наблюдения подтверждается более высоким уровнем (в 1,1–1,4 раза) и частотой отклонений (1,4–8,5 раза) показателей холестеринного спектра в виде повышения уровня общего холестерина, триглицеридов, липопротеида низкой и очень низкой плотности в сыворотке крови, индекса атерогенности относительно показателей группы сравнения ($p=0,004-0,044$). Доказана достоверная зависимость повышения данных показателей при повышении бензола, фенола в крови ($R^2=0,14-0,68$; $9,32 \leq F \leq 2676,42$; $p=0,0001-0,004$).

Болезни крови, кроветворных органов с вовлечением иммунных механизмов. Установлена достоверно большая (в 2,3 раза) распространенность заболеваний иммунной системы, которая представлена в виде транзиторного иммунодефицитного состояния (у каждого второго человека при отсутствии в группе сравнения, $p=0,01$), вероятно связанного с повышенным уровнем в крови фенола и в моче фторид-иона ($R^2=0,18-0,25$; $129,0 \leq F \leq 2526,11$; $p=0,0001$). Повышенная выявляемость заболеваний иммунной системы верифицируется достоверным изменением иммунологических показателей в виде снижения активности клеточного и повышения активности гуморального звена иммунитета (в 1,5–2 раза чаще), а также большей частотой регистрации (в 1,5 раза, $p=0,04$) увеличения линейных размеров селезенки по результатам УЗИ, обеспечивающей детоксикационный потенциал организма со стороны периферической иммунной системы. Указанные патологические изменения протекают на фоне достоверно более частого (в 2,1–4,1 раза) и более выраженного снижения уровня TNFR рецептора (в 1,5 раза, $p=0,025$) и белка p53 (в 1,7 раза, $p=0,041$), отвечающих за клеточный цикл и стимуляцию апоптоза (Таблица Б.2). Доказана связь с повышенной концентрацией марганца, никеля, фенола, формальдегида в крови и алюминия в моче ($R^2=0,60-0,78$; $59,31 \leq F \leq 394,0$; $p=0,0001$). Несмотря на отсутствие достоверных различий в частоте

те встречаемости болезней крови в виде нормо- или гипохромной анемии, установлено достоверное снижение уровня цветного показателя крови и среднего значения общей железосвязывающей способности сыворотки крови ($p=0,006-0,039$) относительно группы сравнения. Частота регистрации проб крови со сниженным уровнем ОЖСС составила 27,3% при отсутствии в группе сравнения ($p=0,023$). Установлена связь вероятности снижения цветного показателя крови и ОЖСС в сыворотке крови с повышением содержания марганца и никеля в крови ($R^2=0,44-0,82$; $12,59 \leq F \leq 229,73$; $p=0,0001-0,006$).

Оценка мутагенного и ко-канцерогенного эффекта у взрослых группы наблюдения показала достоверное повышение в 1,4 и 1,7 раза выше частоты встречаемости показателя цитогенетического действия и клеток с микроядрами относительно показателей в группе сравнения ($p=0,008-0,049$) (Таблица 5.20); частоты встречаемости в 1,9 раза выше многоядерных клеток буккальных эпителиоцитов относительно группы сравнения ($p=0,043$). Установлена достоверная зависимость показателей частоты встречаемости пролиферации клеток (многоядерности) и цитогенетических повреждений (клеток с микроядрами и протрузиями) от содержания в крови фенола, никеля и в моче алюминия ($R^2=0,34-0,45$, $p=0,0001-0,002$).

Таблица 5.20 – Частота морфологических изменений буккальных эпителиоцитов у обследованных взрослых

Показатель	Среднее значение (M±m)		Частота отклонений относительно группы сравнения, %		Кратность различий между группами	Достоверность различий ($p \leq 0,05$)
	группа наблюдения	группа сравнения	выше	ниже		
1	2	3	4	5	6	7
Цитогенетические показатели, ‰						
Частота клеток с микроядрами	0,64±0,15	0,37±0,07	51,7	48,3	1,7	0,049
Частота клеток с протрузиями типа "разбитое яйцо", "язык"	1,39±0,17	1,18±0,6й6	37,1	7,9	1,2	0,499
Интегральный показатель цитогенетического действия (сумма клеток с микроядрами и протрузиями)	2,06±0,23	1,45±0,39	64,7	35,3	1,4	0,008

Продолжение таблицы 5.20

1	2	3	4	5	6	7
Показатели пролиферации, ‰						
Частота клеток с круговой насечкой	1,69±0,23	2,14±1,11	6,7	52,8	0,8	0,421
Частота клеток многоядерных (более двух ядер)	0,57±0,13	0,29±0,06	50,6	49,4	1,9	0,043
Интегральный показатель пролиферации (сумма клеток с круговыми насечками ядра и двумя ядрами)	2,26±0,251	2,5±1,08	14,6	30,3	0,9	0,652
Показатели завершения деструкции ядра (апоптоза), ‰						
Частота клеток с апоптозными телами	1,03±0,23	1,46±0,69	9,0	39,3	0,7	0,249
Частота клеток с кариорексисом	3,05±0,32	4,14±0,97	5,6	64,0	0,7	0,134
Частота клеток с полным кариолизисом	150,24±3,83	151,55±10,55	28,1	29,2	1,0	0,813
Апоптотический индекс (сумма клеток с кариорексисом, полным кариолизисом, апоптозными телами)	154,29±3,89	157,14±11,29	22,5	30,3	1,0	0,622

На основании обобщения результатов углубленного обследования взрослых из зоны наибольшего риска здоровью установлены факты его реализации в виде развития негативных эффектов адекватных органам-мишеням. Доказательством этого является более высокий уровень распространенности и степени выраженности относительно группы сравнения:

- повышенного уровня (в 1,2–6,8 раза) в крови марганца, никеля, хрома, фенола, формальдегида; в моче алюминия, фторид-иона; идентификации в крови бензола, о-, м-, п-ксилолов, толуола, что подтверждает факт аэрогенной экспозиции данными загрязняющими веществами;

- болезней нервной системы (в 1,4 раза чаще), определяемых преимущественно вегето-сосудистой дистонией, развитие которой связано с перенапряжением и истощением механизмов нейро-вегетативной и сосудистой регуляции (дисбаланс гормонов гипофизарно-надпочечниковой оси, нейротрансмиттеров возбуждения, окислительно-антиоксидантных процессов) и вероятно связанных с повышенным содержанием в крови марганца, никеля, фенола, в моче алюминия;

– болезней опорно-двигательного аппарата (в 1,6 раза чаще) в виде дорсопатий, развитие которых подтверждается дисбалансом минерального обмена (фосфора, кальция, магния) и нарушением процесса остеорегуляции, вероятно связанных с повышенным содержанием в крови никеля, хрома, в моче алюминия и фторид-иона;

– органов дыхания в виде хронических воспалительных и лимфо-пролиферативных заболеваний верхних дыхательных путей (в 1,6–1,9 раза чаще), вероятно связанных с повышенным содержанием марганца, хрома, формальдегида в крови, алюминия и фторид-иона в моче и подтверждаемых изменением показателей развития реакции неспецифического воспаления, общей и специфической сенсибилизации, повышенной чувствительности к ряду действующих веществ (алюминий, формальдегид);

– болезней иммунной системы, представленных широким распространением вторичных транзиторных иммунодефицитных состояний (65 % случаев при отсутствии в группе сравнения), вероятно связанных с повышенным содержанием в крови фенола и в моче фторид-иона, подтверждаемых более частым и выраженным снижением клеточного (в 1,2–3,2 раза), повышением активности гуморального иммунитета (в 2,2 раза чаще), нарушением регуляции апоптоза;

– патологии билиарного тракта и хронических воспалительных заболеваний желудка и 12-перстной кишки (в 2,1–2,3 раза чаще) в виде дискинезии желчевыводящих путей, хронического гастрита и гастродуоденита в 1,6 раза, подтверждаемых реактивными изменениями желчного пузыря, повышением содержания желчных пигментов, цитолитической активности, переваривающих ферментов, вероятно связанных с повышенным содержанием в крови хрома, никеля, бензола, о-ксилола, фенола;

– распространенности (в 1,4–1,9 раза чаще) цитогенетических нарушений в виде активации пролиферативных изменений (многоядерность) и цитогенетических повреждений (микроядра, протрузии) клеток, вероятно связанных с повышенным содержанием в крови никеля, фенола и в моче алюминия;

– несмотря на отсутствие различий в структуре и уровне распространенности сердечно-сосудистой патологии, установленное наличие более выраженных нарушений процессов проводимости, функциональных сосудистых нарушений, подтверждаемых более высоким уровнем (в 1,1–1,4 раза) и частотой отклонений (1,4–8,5 раза) показателей холестерина спектра, связанных с повышенным содержанием бензола и фенола в крови.

Установленные достоверные, адекватные и биологически правдоподобные причинно-следственные связи позволили в качестве маркеров негативных эффектов у взрослых обосновать следующие показатели в крови и сыворотке крови: повышение индекса эозинофилии, IgE общего, IgE специфического к формальдегиду, IgG специфического к алюминию; повышение кортизола, снижение серотонина и глутамата; повышение МДА, гидроперекиси липидов, 8-OHdG, СОД и снижение АОА и ГлПО; снижение фагоцитарного числа, фагоцитарного индекса, процента фагоцитоза; снижение фосфора и Ampli-sRANKL; повышение АСАТ, общего и прямого билирубина, пепсиногена II.

Таким образом, в результате направленных углубленных медицинских исследований, выполненных в соответствии с предложенным алгоритмом, установлены факты реализации риска здоровью в виде более высокого уровня заболеваний (до 8,5 раза) тех органов и систем, которые являются критическими при длительном аэрогенном воздействии факторов риска. Факт экспозиции доказан повышенным содержанием в моче и крови (до 9,2 раза относительно группы сравнения) алюминия, марганца, хрома, никеля, фторид-иона, бензола, этилбензола, толуола, ксилолов, фенола, формальдегида. Особенности нарушений состояния здоровья обследованных лиц, являлось развитие клеточно-молекулярных и системных негативных эффектов, отражающих этиопатогенетический механизм негативного действия токсикантов. Проявляются в виде более высокого уровня (до 8,5 раза) дисбаланса нейротрансмиттеров возбуждения, окислительно-антиоксидантных процессов, гормонов гипофизарно-надпочечниковой оси, активности клеточного и гуморального иммунитета, костного метаболизма, остеорегуляции, цитолиза, специфической сенсibilизации и повышенной чувстви-

тельности к ряду действующих веществ, цитогенетических нарушений, полиорганной дисфункции преимущественно нервной, кардиореспираторной, иммунной, костной, гепатобилиарной систем, процессов развития.

На основании анализа установленной системы последовательных причинно-следственных связей от источников загрязнения атмосферного воздуха веществами, тропными к критическим органам и системам, до факта состоявшегося хронического заболевания, реально выявленные дополнительные случаи негативных клеточно-молекулярных и системных эффектов идентифицированы как риск-реализованные. А алюминий, марганец, хром, никель, фтор, бензол, этилбензол, толуол, ксилол, фенол, формальдегид, идентифицированы как факторы, непосредственно обуславливающие патоморфоз риск-реализованных нарушений здоровья экспонированных лиц.

Комплексный анализ качества атмосферного воздуха и других объектов среды обитания, результатов оценки уровней формируемого риска, социологического опроса не выявил иных явных различий в исследуемых группах, включенных в этап углубленных исследований, кроме существенных различий в уровне загрязнения атмосферного воздуха. Следовательно, иных причин повышенного риска возникновения заболеваний у населения из зоны наибольшей аэрогенной экспозиции, кроме условий проживания, не установлено.

ГЛАВА 6 ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРОФИЛАКТИКЕ РИСКА И СНИЖЕНИЮ НЕГАТИВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ

6.1 Гигиеническая оценка эффективности мероприятий Роспотребнадзора регионального и территориального уровня по контролю за соблюдением требований санитарного законодательства, направленных на обеспечение качества атмосферного воздуха

Гигиеническая оценка эффективности мероприятий Роспотребнадзора регионального и территориального уровня, направленных на обеспечение нормативного качества атмосферного воздуха, выполненная на примере г. Братска, показала, что за период 2018–2020 гг. в результате проведенного комплекса санитарно-гигиенических и адресных медико-профилактических мероприятий намечена определенная тенденция к снижению напряженности гигиенических проблем.

Комплекс основных санитарно-гигиенических мероприятий, выполненных Управлением Роспотребнадзора по Иркутской области за трехлетний период, направленных на снижение остроты обозначенных гигиенических проблем, включал:

– порядка 30 предложений органам исполнительной власти города для принятия управленческих решений по предупреждению и снижению негативного воздействия загрязнения атмосферного воздуха на здоровье, подготовленных с учетом обоснованного ранжированного перечня приоритетных веществ (23 наименования): бенз(а)пирен, фтористый водород, фториды твердые, взвешенные вещества, сероводород, метилмеркаптан, фенол, формальдегид, хлор, азот (IV) диоксид, азота оксид, сера диоксид, углерода оксид, бензол, этилбензол, ксилол, толуол, свинец, хром, никель оксид, марганец, медь, алюминий; для 11 из них, риск-реализующих нарушения здоровья, предусмотрена дополнительно разработ-

ка (алюминий оксид, марганец, хром (VI), никель, бензол, этилбензол, толуол, ксилол, формальдегид) или корректировка (фтор, фенол) существующих мер по ограничению выбросов в атмосферный воздух;

– 11 постановлений о назначении административного наказания, 27 судебных дел о привлечении к административной ответственности конкретных хозяйствующих субъектов (ПАО «РУСАЛ Братск» и Филиала «Группы ИЛИМ» в Братске); протокол за неисполнение п. 4.2.8. СанПиН 2.1.6.1032-01 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест», предписание о необходимости исполнения вышеуказанных требований, вынесенных по результатам контрольно-надзорной деятельности.

– ежегодную актуализацию деятельности СГМ в части контроля качества атмосферного воздуха по программам и точкам контроля, перечню лабораторных исследований с учетом приоритетных химических веществ и реальной санитарно-гигиенической ситуации, совершенствование инструментальной базы, расширение области аккредитации, в том числе:

а) оптимизировано с учетом розы ветров (январь, июль, среднегодовая), места расположения предприятий, оказывающих наибольшее влияние на загрязнение города, влияния автономных источников теплоснабжения (печного отопления частного сектора) количество и расположение 2 постов мониторинга (вместо существующих 7), один из которых находится в ЦТО Братска с (Рисунок 6.1);

б) актуализирована в соответствии с утвержденными научно-методическими подходами [173] Программа мониторинга загрязнения атмосферного воздуха с расширением номенклатуры контролируемых веществ до 30, из них 5 канцерогенов, с получением информации о максимальных разовых и среднесуточных концентрациях (по 300 исследований в сутки), что позволило увеличить общее количество ежегодных выполняемых исследований примерно 8 раз;

в) расширена область аккредитации на 41 методику по 152 показателям;

г) дооснащена инструментально-приборная база (газоанализаторы портативные ЭКОЛАБ (АР), анализаторы пыли АТМАС и КANOMAX, газоанализаторы ГАНГ-4АР и ГАНК-4А).

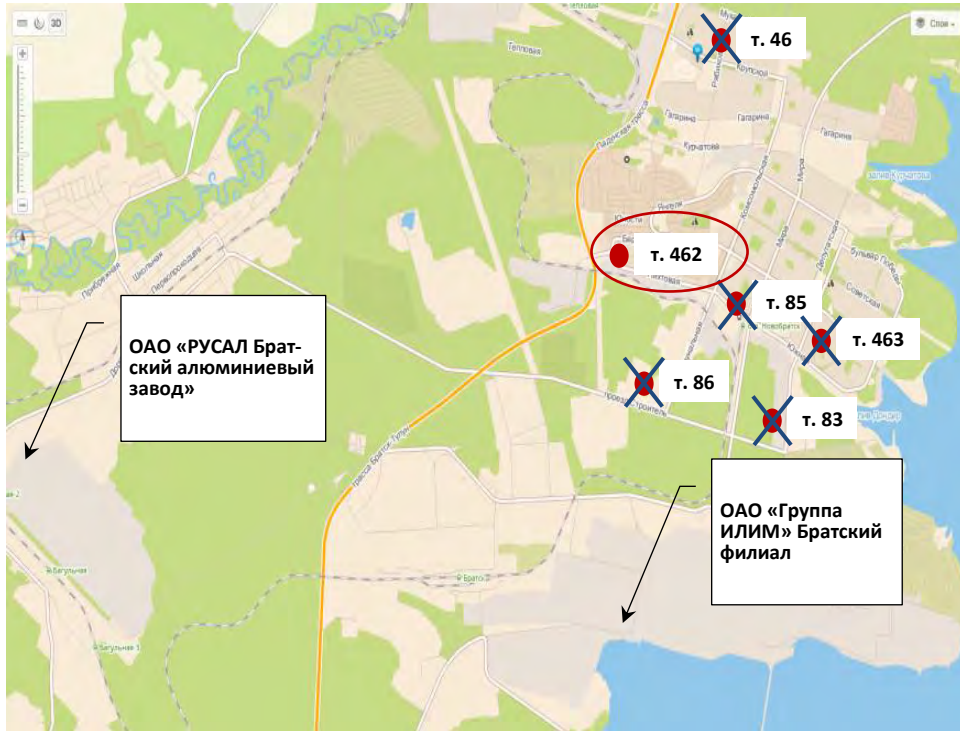


Рисунок 6.1 – Оптимизация количества и расположения 2 постов мониторинга, один из которых находится в ЦТО Братска

Проведен анализ комплексного Плана воздухоохраных мероприятий города с учетом данных инвентаризации выбросов, мониторинговых наблюдений, за загрязнением атмосферного воздуха, результатов оценки рисков здоровью. Конкретизирован перечень и рекомендуемые объемы валовых выбросов приоритетных загрязняющих веществ, требующих первоочередного снижения (Таблица 6.1). Обозначена необходимость приведения в соответствие с целевыми показателями ФП «Чистый воздух» целевых показателей комплексного Плана, а именно, по показателю «Уровень загрязнения атмосферного воздуха в г. Братске» в 2022 году достичь уровня «Высокий», а в 2023 году – «Повышенный». Результаты были направлены в Правительство и Министерство природных ресурсов и экологии Иркутской области, руководителям основных предприятий, в первую очередь, ПАО «РУСАЛ Братск» и Филиалу «Группа ИЛИМ» в Братске. Руководителям предприятий было рекомендовано определить показатели и объемы снижения выбросов с учетом приоритетных веществ, запланировать мероприятия по снижению выбросов каждого вещества в соответствии с рекомендуемыми объемами.

Таблица 6.1 – Рекомендуемые объемы валовых выбросов загрязняющих веществ в г. Братск в период 2018–2024 гг. (не более, тыс. тонн/год)

Вещества	Выбросы, (не более, тыс. тонн/год)							Темп снижения выбросов за период 2018-2024 гг. (не менее), %
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	
Всего, в том числе:	112812	108676	104539	100403	96266	92130	8799	-22,0
Азот (IV) оксид	5927	5826,2	5725,5	5624,7	5523,9	5423,2	5322,4	-10,2
Алюминий	14,7	13,84	12,98	12,12	11,26	10,4	9,54	-35,1
Марганец	0,2282	0,2206	0,2131	0,2055	0,1979	0,1904	0,1828	-19,9
Серы диоксид	13994	13516	13038	12560	12081	11603	11125	-20,5
Углерода оксид	74683	72654	70625	68596	66567	64539	62510	-16,3
Фториды газообр.	1239,8	1189,1	1138,5	1087,9	1037,3	986,65	936,03	-24,5
Бенз(а)пирен	2,4236	2,2794	2,1352	1,991	1,8468	1,7026	1,5584	-35,7
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
Сероуглерод	Сведения об источниках и количестве выбросов отсутствуют							
Примечание – Сероуглерод является причиной «очень высокого загрязнения».								

По инициативе Управления Роспотребнадзора по Иркутской области, организационной поддержке Администрации города Братска и предприятий – основных источников загрязнения атмосферного воздуха, за период 2017-2018 гг. разработана и утверждена Комплексная программа «Обеспечение экологической безопасности на территории города Братска на 2019-2021 годы». Составным блоком Программы в рамках комплекса социально направленных мероприятий являлось оказание специализированной медико-профилактической помощи населению из зон наибольшего риска здоровью. Данные мероприятия осуществляются во исполнение национальных законодательных актов о необходимости проведения компенсационных мероприятий, направленных на предупреждение и устранение вредного воздействия на здоровье человека факторов среды обитания [109].

Подтверждением эффективности санитарно-гигиенических мероприятий, выполненных в 2018-2020 гг., является положительная динамика качества атмосферного воздуха в зоне наибольшего риска. Установлено снижение удельного веса нестандартных проб в точках мониторинга на 80,5 % относительно 2017 года и на 80,5 % относительно 2018 года (Таблица 6.2).

Среднегодовое содержание приоритетных загрязнений (взвешенных веществ и бенз(а)пирена) снизилось на 13,3-35,5 %; максимальных из разовых кон-

центраций азота диоксида, фторидов твердых, фторида водорода, формальдегида – на 15,0–72,2 % (Таблица 6.3). Концентрации метилмеркаптана, азота оксида, серы диоксида и металлов (хрома, марганца, никеля, меди, свинца) не превышали установленных санитарных норм.

Таблица 6.2 – Динамика удельного веса проб атмосферного воздуха, не соответствующих гигиеническим нормативам, в точках мониторинга

Доля проб атмосферного воздуха выше ПДК, %				Темп снижения, %	
2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2017–2020 гг.,	2018–2020 гг.
10,0	7,7	7,6	1,5	85,0	80,5

Таблица 6.3 – Динамика содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в местах проживания населения г. Братск (по данным СГМ)

Вещество	Концентрация в атмосферном воздухе, доля ПДК		Темп снижения за 2018–2020 гг., %
	2018 г.	2020 г.	
Среднегодовая концентрация			
Взвешенные вещества	1,5	1,3	13,3
Бенз(а)пирен	6,2	4,0	35,5
Максимальная из разовых концентраций			
Азота диоксид	3,6	1,0	72,2
Фториды твердые	1,7	1,3	23,5
Фторид водорода	2,0	1,7	15,0
Формальдегид	2,0	1,7	15,0
Максимальная из среднемесячных концентраций			
Бенз(а)пирен	35,6	20,5	42,4

Обращает внимание, что в 2020 году не зарегистрированы пробы атмосферного воздуха на уровне 5 ПДК и более по содержанию фторида водорода (в 2017 году зарегистрировано 1,3 % проб с превышением ПДК) и по взвешенным веществам (в 2018 году 1,1 % проб). В период 2019-2020 годы установлена положительная динамика удельного веса проб на уровне 5 ПДК и более по содержанию фенола. Процент нестандартных проб снизился в 1,6 раза (с 2,6 % в 2019 году до 1,6 % в 2020 году), темп снижения составил 38,5 %.

В результате в 2020 году вместо запланированного на 2022 год город Братск впервые за последние десять лет по целевому показателю «Уровень загрязнения атмосферного воздуха» перешел из категории «очень высокий» в категорию «высокий».

Оценка эффективности санитарно-гигиенических мероприятий, выполненная по критериям здоровья населения из зоны максимального риска, также показала положительную динамику состояния воздушной среды (Таблица 6.4).

Таблица 6.4 – Динамика заболеваемости детей 4–7 лет из зоны максимального риска здоровью г. Братск

Класс болезней	Нозология	Количество заболеваний, сл./1000		Темп убыли/прироста, %	Достоверность различий (p≤0,05)
		2017 г.	2020 г.		
Всего	–	806,28	508,85	-37,0	0,0001
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	Нарушение осанки	214,51	112,19	-47,7	0,0001
	Плоская стопа (приобретенная)	66,25	26,10	-60,5	0,0001
Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	Общий переменный иммунодефицит неуточненный	78,86	73,17	-7,22	0,041
	Железодифицитная анемия	0,0	6,09	100,0	0,0001
Болезни нервной системы	Астено-вегетативный синдром	97,79	115,85	18,5	0,0001
	Синдром вегетативных дисфункций	50,47	36,59	-27,5	0,0001
Болезни органов дыхания	Бронхиальная астма с алергокомпонентом	0,0	6,09	100,0	0,0001
	Гипертрофия аденоидов	9,46	0,0	-100,0	0,0001
	Гипертрофия небных миндалин	34,70	91,9	165,0	0,0001
	Хронический аденозиллит	3,15	5,75	82,2	0,0001
	Хронический тонзиллит	229,01	155,12	-32,3	0,0001
	Хронический фарингит	22,08	0,0	-100,0	0,0001
	Хронический ринит	22,08	0,0	-100,0	0,0001
	Аллергический ринит	18,0	6,5	-63,9	0,0001
	Синдром гиперчувствительности к промышленным алергенам	115,1	64,3	-44,1	0,0001
	Хронический синусит	3,15	0,0	-100,0	0,0001
Болезни органов пищеварения	Синдром функциональной диспепсии	66,25	12,08	-81,7	0,0001
	Биллиарная дисфункция	44,16	13,15	-70,22	0,0001
	Карисес	107,26	40,23	-62,49	0,0001
Болезни системы кровообращения	Кардиомиопатия	3,15	0,57	-81,8	0,0001
Врожденные аномалии [пороки развития], деформации и хромосомные нарушения	Врожденные аномалии желчного пузыря	0,0	27,17	100,0	0,0001
	Врожденные аномалии сердца	89,51	86,09	-3,8	0,065

Сравнительный анализ заболеваемости детей показал, что за 2017–2020 гг. выявлено снижение на 3,8-100,0 % распространенности заболеваний верхних дыхательных путей, костного аппарата, астено-вегетативных нарушений, гастродуоденальной дисфункции (p=0,0001-0,041). В большей степени снизилась частота

регистрации заболеваний костной системы в виде нарушений осанки и деформации стопы (на 47,7–60,5 %); верхних дыхательных путей в виде хронических форм фарингита, тонзиллита, ринита (на 32,3–100,0 %), аллергического ринита и синдрома гиперчувствительности к промышленным аллергенам (на 44,1–63,9 %, $p=0,0001$); гастродуоденальной дисфункции (на 62,5–81,7 %, $p=0,0001$) и вегетативных нарушений (на 27,5 %, $p=0,0001$).

Оценка результатов биомониторинга также свидетельствует о наличии положительного эффекта. У детей уровень содержания токсичных веществ в биосредах, адекватных приоритетным воздействующим факторам риска, в 2020 году, относительно 2017 года, снизился от 1,1 до 33,3 раза ($p=0,0001–0,032$) (Таблица 6.5).

Таблица 6.5 – Содержание химических веществ в биосредах детей 4–7 лет

Показатель	Анализ средних ($M\pm m$), мкг/см ³		Отношение средних группа 1/ группа 2	Анализ частот по отношению к группе 1, %		Достоверность различий по средним ($p\leq 0,05$)
	Группа 1 2017 год	Группа 2 2020 год		выше	ниже	
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
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

Наиболее выраженная положительная динамика отмечается по содержанию в крови бенз(а)пирена (средняя концентрация снизилась в 33,3 раза), о-, м-, п-ксилолов (в 7,5 и 18,5 раза соответственно), бензола, толуола, этилбензола, фенола (в 4,1–7,5 раза); в моче алюминия (в 3,5 раза).

Предполагаемый предотвращенный ущерб здоровью детей из зоны наибольшего риска (5 500 человек) на 2020 год составил 2 111 случая (Таблица 6.6). Общая продолжительность предотвращенного периода нетрудоспособности взрослого населения в связи с уходом за ребенком составила 6 900 дней.

Таблица 6.6 – Предотвращенный ущерб здоровью детей в зоне наибольшего риска на 2020 год

Класс болезней	Нозология	Количество предотвращенных случаев заболеваний детей в зоне наибольшего риска (5 500 чел.)	Средняя длительность 1 случая временной нетрудоспособности взрослого населения, дни	Общая продолжительность предотвращенного периода нетрудоспособности взрослого населения (б/л по уходу за ребенком), дни
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	Нарушение осанки	532,1	13,81	2204,4
	Плоская стопа (приобретенная)	208,8		865,0
Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	Общий переменный иммунодефицит	29,6	17,46	155,0
	Железодефицитная анемия	-31,7		-165,9
Болезни нервной системы	Астено-вегетативный синдром	-93,9	13,18	-371,3
	Синдром вегетативных дисфункций	72,2		285,4
Болезни органов дыхания	Бронхиальная астма с аллергокомпонентом	-31,7	8,07	-76,7
	Гипертрофия аденоидов	49,2		119,1
	Гипертрофия небных миндалин	-297,4		-720,1
	Хронический адено tonsиллит	-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
Болезни органов пищеварения	Синдром функциональной диспепсии	281,7	12,44	1 051,2
	Биллиарная дисфункция	161,3		601,8
	Кариес	348,6		1 300,8
Болезни системы кровообращения	Кардиомиопатия	13,4	14,88	59,9
Врожденные аномалии	Врожденные аномалии желчного пузыря	-141,3	18,53	-785,4
	Врожденные аномалии сердца	17,8		98,9
ВСЕГО		2111,2		6 899,6

Предполагаемые общие предотвращенные потери ВВП на 2020 год составили 29,88 млн рублей. Экономия средств по внебюджетным фондам (ФОМС и ФСС) составила 39,03 млн руб./год (Таблица 6.7).

Таблица 6.7 – Предотвращенные потери по классам болезней и отдельным заболеваниям

Класс болезней	Нозология	Предотвращенные потери, тыс. руб.		
		ВВП	Выплаты из ФОМС за амбулаторное лечение	Выплаты из ФСС без учета стажа родителя
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	Нарушение осанки	9 163,13	577,65	8 510,45
	Плоская стопа (приобретенная)	3 595,30	226,65	3 339,2
Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	Общий переменный иммунодефицит	644,13	32,12	632,96
	Железодефицитная анемия	-689,41	-34,38	-677,45
Болезни нервной системы	Астено-вегетативный синдром	-1 543,30	-101,94	-1 414,36
	Синдром вегетативных дисфункций	1 186,10	78,35	1 087,01
Болезни органов дыхания	Бронхиальная астма с аллергокомпонентом	-318,65	-34,38	-237,53
	Гипертрофия аденоидов	494,97	53,40	368,97
Болезни органов дыхания	Гипертрофия небных миндалин	-2 992,87	-322,87	-2 231,00
	Хронический аденоидит	-136,04	-14,68	-101,41
	Хронический тонзиллит	3 866,14	417,08	2 881,96
	Хронический фарингит	1 155,29	124,63	861,20
	Хронический ринит	1 155,29	124,63	861,20
	Аллергический ринит	601,71	64,91	448,54
	Синдром гиперчувствительности к промышленным аллергенам	2 658,00	286,75	1 981,37
Хронический синусит	164,82	17,78	122,86	
Болезни органов пищеварения	Синдром функциональной диспепсии	4 369,15	305,77	3 933,92
	Билиарная дисфункция	2 501,15	175,04	2 252,00
	Кариес	5 406,39	378,36	4 867,84
Болезни системы кровообращения	Кардиомиопатия	248,91	14,56	235,79
Врожденные аномалии	Врожденные аномалии желчного пузыря	-3 264,25	-153,36	-3 246,05
	Врожденные аномалии сердца	411,3	19,32	408,93
ВСЕГО		29 878,28	2 291,82	26 080,77

Таким образом, комплексная гигиеническая оценка санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на обеспечение качества атмосферного воздуха, выполненных Роспотребнадзором регионального и муниципального

уровня в 2018–2020 гг., свидетельствует об их эффективности. Установлена положительная динамика качества и состояния атмосферного воздуха в местах постоянного проживания населения, как в целом по снижению удельного веса проб, не соответствующих гигиеническим нормативам (на 80,5 %), так и по содержанию отдельных приоритетных загрязняющих веществ (на 15–72,2 % концентрации фторида водорода, фторидов твердых, фенола, взвешенных веществ, бенз(а)пирена, азота диоксида, формальдегида), связанных с хозяйственной деятельностью конкретных предприятий по производству алюминия и целлюлозно-бумажной продукции, автотранспорта. У детей из зоны наибольшего риска установлено снижение распространенности болезней верхних дыхательных путей, костного аппарата, вегетативных нарушений, гастродуоденальной дисфункции (на 3,8–100 %), ассоциированных с воздействием приоритетных веществ. Снижилось до 3,5 – 33,3 раза содержание токсичных веществ в биосредах. Предполагаемый предотвращенный ущерб здоровью детского населения из зоны наибольшего риска составил порядка 2 111 случаев заболеваний. Предотвращенные потери ВВП составили 29,9 млн рублей.

6.2 Гигиеническая оценка эффективности программных мероприятий по профилактике приоритетных заболеваний, ассоциированных с воздействием ведущих факторов риска атмосферного воздуха

В рамках реализации Комплексной программы «Обеспечение экологической безопасности на территории города Братска на 2019-2021 годы» в 2020 году выполнены мероприятия по оказанию лечебно-профилактической помощи детям с доказанными риск-реализованными нарушениями здоровья.

На основании анализа данных, полученных по результатам первичного углубленного исследования в 2017 году, был сформирован реестр подлежащих оздоровлению детей с риск-реализованными заболеваниями. В 2020 году на базе

педиатрического стационара Центра этим детям было выполнено дополнительное обследование и лечение, целью которого являлось снижение тяжести течения нарушений здоровья и профилактика 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:

а) стимуляция клеточно-органных механизмов биотрансформации и выведения токсичных веществ (сорбционные технологии, сочетающие в себе энтеросорбенты, холикинетики, активаторы системы цитохрома Р 450, усиленный питьевой режим);

б) мембраностабилизирующие, гепатопротекторные технологии (восстановление липидного слоя мембранных структур с помощью фосфолипидов, стимуляция желчотока 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 глутамат регулирующее 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 вы-

разилось в следующем: «практически перестал болеть», «набрал вес, подрос», «не болел», «стал активнее».

Установлена положительная динамика показателя частоты обострений и длительности течения основного заболевания (например, бронхиальной астмы с преобладанием аллергического компонента, хронического тонзиллита, вегето-сосудистой дистонии, общего иммунодефицита и др.) (Таблица 6.8).

Таблица 6.8 – Частота и длительность заболеваний у детей, получивших предложенную схему лечения, в катамнезе

Показатель	Среднее количество заболеваний на 1 человека в год, случаев		Средняя длительность течения 1 случая заболевания на 1 человека, дней		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 1 человека достоверно снизилась в 3,2 раза ($p=0,0001$). Средняя длительность течения 1 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 1 ребенка в год снизилась в 2,3 раза ($p=0,0001$), средняя длительность течения 1 случая заболевания снизилась в 1,4 раза ($p=0,026$).

Предотвращенные потери ВВП в результате реализации лечебно-профилактических мероприятий составили 541,1 тыс. рублей. Экономия средств по внебюджетным фондам (ФОМС и ФСС) составила 983,6 тыс. рублей (Таблица 6.9).

Экономическая эффективность лечебно-профилактических мероприятий составила 1,8 рубля на 1 рубль затрат (на 1 пролеченного пациента).

Таким образом, оценка лечебно-профилактических мероприятий, направленных на снижение и устранение негативных последствий здоровью, показала их эффективность. Снизилась частота и длительность от 1,4 до 3,2 раза основного

заболевания и ОРВИ как показателя общей резистентности организма. Предотвращенные потери ВВП составили 541,1 тыс. рублей. Экономическая эффективность оказанной адресной лечебно-профилактической помощи составила 1,8 руб. на 1 руб. затрат на 1 стационарно пролеченного пациента.

Таблица 6.9 – Предотвращенные потери в результате реализации лечебно-профилактических мероприятий

Нозология	Предотвращенные потери, руб.		
	ВВП	Выплаты из ФОМС за амбулаторное лечение	Выплаты из ФСС без учета стажа родителя
Железодефицитная анемия неуточненная	182 040,25	8 080,00	54 146,75
Астма с преобладанием аллергического компонента	129 672,50	707 224,00	36 837,54
Хронический тонзиллит	124 685,10	9 090,00	32 399,28
Нарушение внутрисердечной проводимости	14 962,21	101 161,00	3 994,43
ОРВИ	89 773,27	4 040,00	26 629,55
ВСЕГО	541 133,33	829 595,00	154 007,55

В целом, примененный комплекс адресных санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий, направленный на решение обозначенных гигиенических проблем, по своей сути, является социально значимым, экономически эффективным и компенсационным. Комплекс показателей и критериев (гигиенических, медицинских, экономических), примененный для оценки эффекта и эффективности санитарно-гигиенических и медико-профилактических мероприятий, позволил с достаточной степенью надежности оценить социальную значимость и экономическую эффективность предотвращенных ущербобразующих последствий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В стратегических целях и задачах развития Российского государства на ближайшую перспективу [93, 98, 107] определены абсолютные приоритеты в области сохранения, укрепления и формирования здоровья граждан, обеспечения благоприятной среды жизнедеятельности. Важнейшие позиции в обозначенной сфере занимают рост демографического потенциала, создание и поддержание комфортной городской среды проживания, повышение уровня здравоохранения.

В этой связи, санитарно-эпидемиологическое благополучие населения как одна из ключевых целей государственной политики и условий реализации прав граждан на охрану здоровья и благоприятную окружающую среду, закрепленные Конституцией РФ, приобретает особую значимость в современных условиях и может быть достигнуто, в том числе в результате решения острых гигиенических проблем [114, 133].

Актуальность решений поставленных задач в городских поселениях интенсивного промышленного освоения требует идентификации гигиенических проблем, связанных с существующей санитарно-гигиенической ситуацией и рисками здоровью населения в местах постоянного проживания, формируемого особо высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Необходимым является уточнение подходов к организации и проведению исследований, обеспечивающих установление и доказательство фактов реализации рисков здоровью при нарушениях обязательных требований санитарного законодательства. Недостаточно изучены вопросы обоснования перечня приоритетных химических веществ, обуславливающих риск-ассоциированные негативные эффекты и требующих обязательного регулирования. Востребованы научно-обоснованные методы и показатели оценки ущербобразующих последствий в определении эффективности санитарно-гигиенических и медико-профилактических мероприятий.

Выполнение исследования, направленного на решение задачи идентификации гигиенических проблем и обоснование санитарно-гигиенических и медико-

профилактических мероприятий по предупреждению риска развития заболеваний и снижению негативных последствий здоровью населения в условиях городов с особо высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха, является одним из реальных шагов к практическому достижению обозначенных национальных целей при реализации функций и полномочий Роспотребнадзором.

В настоящее время при выполнении гигиенических оценок прогнозируемых угроз здоровью в результате ненадлежащего качества атмосферного воздуха, оценок эффективности планируемых и проводимых воздухоохраных и оздоровительных мероприятий по их митигации, использование подходов, представленных в методологии оценки риска [148], имеет несомненные преимущества, обозначенные в международных и национальных стандартах [27, 194]. Но практика показывает, что получаемые результаты не всегда адекватны сложившейся ситуации по реальным показателям заболеваемости и смертности населения, имеет место переоценка или недооценка возможных последствий установленного уровня неприемлемого риска. Следствием этого может являться как принятие неверных управленческих решений, так и дополнительные неэффективные затраты [179, 242].

Для повышения точности выявления и оценок гигиенических проблем и связанных с ними нарушений здоровья населения для разработки рекомендаций, направленных на их митигацию, для принятия адекватных управленческих решений предложен алгоритм исследований, обеспечивающий установление и доказательство содержательности реализации риск-ассоциированных нарушений здоровья, в том числе выявленных в направленном углубленном наблюдении за состоянием здоровья экспонированных лиц. Обоснована значимость критериальной оценки ущербобразующих последствий по комплексу показателей, в том числе характеризующих качество атмосферного воздуха, заболеваемость населения, результаты биомониторинга, в определении эффективности санитарно-гигиенических и медико-профилактических мероприятий.

Комплексный анализ санитарно-гигиенической ситуации, выполненный по предложенному алгоритму исследований на примере города Братска – крупнейшего промышленного центра Иркутской области, показал, что существенной ги-

гиенической проблемой городского поселения с интенсивным промышленным освоением является особо высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха в сочетании с загрязнением атмосферных выпадений, снежного покрова, почвы селитебной территории. Выделено 23 приоритетных вещества из 45, поступающих в воздушную среду. Из них превышение гигиенических нормативов до 7,5 ПДКс.с. установлено для бенз(а)пирена, взвешенных веществ, формальдегида, фторида водорода, алюминия; до 35 ПДКм.р. – азота диоксида, углерода оксида, сероводорода, бензола, ксилола, этилбензола, фенола, метилмеркаптана. Стабильно, в концентрациях выше референтных до 3 раз, присутствуют марганец, никель, хром (VI), медь, свинец, железо, метанол, толуол, хлор, фториды твердые. В снежном покрове и атмосферных выпадениях фториды, марганец, никель, железо, медь, цинк превышают фоновый уровень до 20,6 раза; в почве – свинец и фтор до 4,7 ПДК. В питьевой воде ЦСХПВ и в пищевых продуктах не установлено превышений предельно допустимых концентраций (марганец, никель, свинец, фтор, метанол, фенол, этилбензол, сероводород и свинец до 0,3– 0,7 ПДК).

Основными источниками формирования высоких уровней загрязнения атмосферного воздуха (вклад от 15,0 до 99,8 %) являются хозяйствующие субъекты по производству алюминия и целлюлозно-бумажной продукции, относящиеся к чрезвычайно высокой категории по потенциальному риску причинения вреда здоровью. Неканцерогенный риск здоровью, составляющий гигиеническую проблему, при комбинированном остром и хроническом ингаляционном воздействии химических веществ превышает приемлемый уровень по величине индекса опасности до 45,3 раза в отношении развития болезней органов дыхания, иммунной, нервной, сердечно-сосудистой, костной систем, процессов развития, системы крови, почек, печени, органов зрения. Ранжированный перечень факторов, определяющих неприемлемые уровни риска, являются бенз(а)пирен, формальдегид, взвешенные вещества, сероводород, метилмеркаптан, марганец, никеля оксид, серы диоксид, азота диоксид, фенол, фторид водорода, меди оксид, фториды твердые, хлор, хром (VI), алюминий, азота оксид, бензол, ксилол, толуол, свинец, углерода оксида, этилбензол. Вклад в индекс опасности составляет от 1,8 до 100,0 %. Сум-

марный канцерогенный риск здоровью превышает приемлемый уровень до 5,2 раза. Вклад формальдегида, хрома (VI), никеля, бензола, бенз(а)пирена, этилбензола, свинца в величину риска составляет до 59,9 %.

Установлена и доказана связь повышенной до 2,4–5,5 раза, относительно территории сравнения, заболеваемости детского и взрослого населения по критически значимым органам и системам (органы дыхания, пищеварения, нервная, костно-мышечная, иммунная, мочеполовая системы, врожденные аномалии) с ведущими факторами аэрогенной экспозиции (OR до 10,67). Показано, что популяционный риск возникновения дополнительных случаев заболеваний детей и взрослых составляет порядка 10,4 тыс. случаев в год (35,3 % от общего количества заболеваний), прогнозируемые экономические потери при реализации риска ориентировочно составляют 362 млн руб. в год.

В направленных углубленных исследованиях состояния здоровья населения из зоны наибольшего риска здоровью факт экспозиции доказан повышенным до 9,2 раза (относительно группы сравнения) содержанием в моче и крови алюминия, марганца, хрома, никеля, фторид-иона, бензола, этилбензола, толуола, ксилолов, фенола, формальдегида. Выявленные негативные клеточно-молекулярные и системные эффекты идентифицированы как риск-реализованные. Проявляются в виде более высокого уровня (1,2–8,5 раза) дисбаланса нейротрансмиттеров возбуждения, окислительно-антиоксидантных процессов, минерального обмена (фосфора, кальция, магния) и остеорегуляции, гормонов гипофизарно-надпочечниковой оси, снижения активности клеточного и повышения гуморального звена иммунитета, специфической сенсибилизации и повышенной чувствительности к ряду действующих веществ, цитогенетических нарушений, полиорганной дисфункции преимущественно нервной, кардиореспираторной, иммунной, костной систем, процессов развития. На основании анализа установленной системы последовательных причинно-следственных связей от источников загрязнения атмосферного воздуха веществами, тропными к критическим органам и системам, до факта состоявшегося хронического заболевания алюминий, марганец, хром, никель, фтор, бензол, этилбензол, толуол, ксилол, фенол, формальдегид, иденти-

фицированы как факторы, непосредственно обуславливающие патоморфоз риск-реализованных нарушений здоровья экспонированных лиц. Ключевыми эффектами, объединяющими этиопатогенетический механизм действия на организм изучаемого комплекса соединений, являются: цитотоксический, иммуотропный, активация окислительных процессов.

Результаты оценки показали, что комплекс санитарно-гигиенических и адресных лечебно-профилактических мероприятий, направленных на решение обозначенных гигиенических проблем, является эффективным. Подтверждением этого является положительная динамика качества атмосферного воздуха в зоне наибольшего воздействия на население по снижению (на 15,0–80,5 %) удельного веса нестандартных проб и содержания приоритетных загрязняющих веществ. У детей установлено: снижение (на 3,8-100 %) распространенности болезней верхних дыхательных путей, костного аппарата, вегетативных нарушений, гастродуоденальной дисфункции; снижение от 1,3 до 33,3 раза содержания в крови и моче бенз(а)пирена, о-, м-, п-ксилолов, бензола, толуола, этилбензола, фенола, фторид-иона, алюминия, входящих в перечень приоритетных веществ. Через 1 год после лечения снизилась в 1,4 –3,2 раза частота и длительность основного заболевания и ОРВИ. Предотвращенный ущерб здоровью составил 2 111 случаев заболеваний. Общие предотвращенные потери ВВП составили 29,9 млн рублей. Экономическая эффективность лечебно-профилактических мероприятий составила 1,8 рубля на 1 рубль затрат на одного пролеченного пациента.

Для повышения адекватности и надежности принимаемых управленческих решений по проблемным гигиеническим аспектам, направленных на снижение рисков здоровью и устранение негативных последствий их реализации, рекомендовано в рамках СГМ – систематическая актуализация программ наблюдения и результатов оценки рисков по перечню приоритетных веществ с акцентом на ключевые по критериям здоровья примеси, обязательный учет и дополнение оценки рисков здоровью данными о фактической заболеваемости населения в отношении риск-реализованных заболеваний; в рамках контрольно-надзорной деятельности на объектах чрезвычайно высокой категории потенциального риска причинения

вреда при осуществлении плановых выездных проверок расширить объем лабораторного сопровождения адекватно показателям, реализующим риск здоровью; в рамках оказания адресной социально ориентированной поддержки населению обеспечить продолжение реализации Программы медико-профилактической помощи детям и взрослым в зоне наибольшего риска здоровью. Индикаторными видами патологии, требующими мер профилактики и коррекции, являются: заболевания органов дыхания (хронические формы тонзиллита, фарингита, адено tonsзиллита, аллергический ринит, бронхиальная астма), нервной системы (синдром вегетативной дистонии, астено-вегетативный синдром), иммунной системы (общий переменный иммунодефицит), опорно-двигательного аппарата (дорсопатия, нарушение осанки), сердечно-сосудистой системы (нарушение внутрисердечной проводимости).

Реализация предложенных научно-обоснованных рекомендаций, адекватных напряженности ситуации, позволит существенно повысить эффективность принятия управленческих решений по планированию и внедрению мероприятий, направленных на снижение остроты гигиенических проблем, предотвращение возникновения риска и его реализации в отношении здоровья населения в условиях городов с особо высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха.

ВЫВОДЫ

1. Гигиенической проблемой городского поселения с интенсивным промышленным освоением является особо высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха в сочетании с загрязнением других объектов среды обитания. Комплексный анализ на примере города Братска позволил выделить 23 приоритетных вещества, установить превышение гигиенических нормативов до 7,5 ПДКс.с. бенз(а)пирена, взвешенных веществ, формальдегида, фтористого водорода, алюминия; до 34,8 ПДКм.р. – взвешенных веществ, азота диоксида, азота оксида, углерода оксида, сероводорода, бензола, ксилола, этилбензола, фенола, метилмеркаптана, фтористого водорода, формальдегида. Стабильно, в концентрациях выше референтных до 3 раз, присутствуют марганец, никель, хром (VI), медь, свинец, железо, метанол, толуол, хлор, фториды плохо растворимые. В снежном покрове и атмосферных выпадениях фториды, марганец, никель, железо, медь, цинк превышают фоновый уровень до 20,6 раза; в почве – свинец и фтор до 4,7 ПДК. В питьевой воде ЦСХПВ присутствует марганец, никель, свинец, фтор, метанол, фенол, этилбензол, сероводород до 0,7 ПДК; в пищевых продуктах – свинец, медь, цинк до 0,3 ПДК.

2. Основными источниками формирования высоких уровней загрязнения атмосферного воздуха (вклад от 15,0 до 99,8 %) являются хозяйствующие субъекты по производству алюминия и целлюлозно-бумажного производства, относящиеся к чрезвычайно высокой категории по потенциальному риску причинения вреда здоровью. Риск здоровью, составляющий гигиеническую проблему, при комбинированном остром и хроническом ингаляционном воздействии химических веществ превышает приемлемый уровень (по величине НИ) до 45,3 раза в отношении развития болезней органов дыхания, иммунной, нервной, сердечно-сосудистой, костной систем, процессов развития, системы крови, почек, печени, органов зрения. Факторами, его определяющими (ранжированный перечень), являются бенз(а)пирен, формальдегид, взвешенные вещества, сероводород, метилмеркап-

тан, марганец и его соединения, никель оксид, серы диоксид, азота диоксид, фенол, фтористые газообразные соединения, меди оксид, фториды неорганические плохо растворимые, хлор, хрома (VI) оксид, алюминия оксид, азота оксид, бензол, ксилол, толуол, свинец и его соединения, углерода оксида, этилбензол (вклад в НИ от 1,8 до 100,0 %). Суммарный канцерогенный риск здоровью превышает приемлемый уровень до 5,2 раза; вклад формальдегида, хрома (VI), никеля, бензола, бенз(а)пирена, этилбензола, свинца до 59,9 %.

3. Гигиеническая оценка и сопоставительный анализ связи текущих показателей популяционного здоровья населения с воздействием ведущих факторов риска выявили повышенную (до 5,5 раза относительно территории сравнения) по критическим органам и системам заболеваемость детского и взрослого населения болезнями органов дыхания, пищеварения, нервной, костно-мышечной, иммунной, мочеполовой систем, врожденными аномалиями, доказано связанную с экспозицией (OR до 10,6, CI=1,02–11,7). Подтверждена достоверность влияния на вероятность повышения заболеваемости по целевым органам и системам экспозиции фторидов газообразных, метилмеркаптана, бензола, толуола, этилбензола, ксилола, фенола, бенз(а)пирена, формальдегида, никеля, свинца, марганца, азота оксида, углерода оксида (вклад от 14 до 68 %; $0,0001 \leq p \leq 0,048$). Популяционный риск возникновения дополнительных случаев заболеваний составил порядка 10,4 тыс. случаев в год (35,3 % от общего количества случаев заболеваний). Прогнозируемые экономические потери при реализации риска – 362 млн руб. в год, что подтверждает существующие гигиенические проблемы.

4. В направленных углубленных исследованиях состояния здоровья населения факт экспозиции доказан повышенным содержанием в моче и крови (до 9,2 раза относительно группы сравнения) алюминия, марганца, хрома, никеля, фторид-иона, бензола, этилбензола, толуола, ксилолов, фенола, формальдегида. Выявленные негативные клеточно-молекулярные и системные эффекты идентифицированы как риск-реализованные. Проявляются в виде более высокого уровня (до 8,5 раза) дисбаланса нейротрансмиттеров возбуждения, показателей окислительно-

антиоксидантных процессов, гормонов гипофизарно-надпочечниковой оси, активности клеточного и гуморального иммунитета, костного метаболизма, остеорегуляции, цитолиза, специфической сенсибилизации и повышенной чувствительности к ряду действующих веществ, цитогенетических нарушений, полиорганной дисфункции преимущественно нервной, кардиореспираторной, иммунной, костной, гепатобилиарной систем, процессов развития.

5. Комплекс санитарно-гигиенических и адресных лечебно-профилактических мероприятий, направленных на решение обозначенных гигиенических проблем, является эффективным, обеспечивающим положительную динамику качества атмосферного воздуха в зоне наибольшего воздействия на население по снижению удельного веса нестандартных проб (на 80,5 %) и содержания приоритетных загрязняющих веществ до 3,5 раз. У детей установлено снижение от 1,5 до 20 раз частоты регистрации болезней верхних дыхательных путей, костного аппарата, астено-вегетативных нарушений, гастродуоденальной дисфункции; снизилось от 1,3 до 33,3 раза содержание в крови и моче бенз(а)пирена, о-, м-, п-ксилолов, бензола, толуола, этилбензола, фенола, фторид-иона, алюминия, входящих в перечень приоритетных веществ. Через 1 год после лечения также снизилась частота (в 2,3–3,2 раза) и длительность (в 1,4 раза) заболеваний. Предотвращенный ущерб здоровью составил порядка 2 111 случаев заболеваний.

6. Экономическая оценка эффекта в результате реализации санитарно-гигиенических и медико-профилактических мер, направленных на снижение остроты гигиенических проблем, показала, что предотвращенные потери внутреннего валового продукта составили 29,9 млн рублей. Эффективность лечебно-профилактических мероприятий составила 1,8 рубля на 1 рубль затрат на 1 пролеченного пациента.

7. Для повышения адекватности и надежности принимаемых управленческих решений по проблемным аспектам гигиены, направленных на снижение и устранение рисков здоровью, рекомендовано: в рамках СГМ систематическая актуализация программ наблюдения и результатов оценки рисков по перечню приоритетных веществ с акцентом на ключевые по критериям здоровья примеси; обя-

зательный учет и дополнение оценки рисков здоровью данными о фактической заболеваемости населения в отношении риск-реализованных заболеваний; в рамках контрольно-надзорной деятельности на объектах чрезвычайно высокой категории потенциального риска причинения вреда здоровью при осуществлении плановых выездных проверок расширить объем лабораторного сопровождения адекватно показателям, реализующим риск здоровью; в рамках оказания адресной социально ориентированной поддержки населению обеспечить продолжение реализации Программы медико-профилактических мероприятий для детей и взрослых в зоне наибольшего риска здоровью.

**ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИМ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКИМ
МЕРАМ, НАПРАВЛЕННЫМ НА СНИЖЕНИЕ И УСТРАНЕНИЕ
РИСКОВ ЗДОРОВЬЮ**

Научно обоснованы рекомендации для планирования и реализации системы мер, направленных на повышение эффективности СГМ, для снижения и устранения рисков здоровью:

• *Управлению Роспотребнадзора по Иркутской области и филиалу ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области по городу Братску»:*

– для повышения эффективности системы СГМ в части проведения контроля качества атмосферного воздуха г. Братск по содержанию приоритетных веществ от источников хозяйственной деятельности металлургического и целлюлозно-бумажного производств, автотранспорта, формирующих остаточные риски здоровью, систематически актуализировать программы наблюдения и результаты оценки рисков по перечню приоритетных веществ с акцентом на ключевые по критериям здоровья примеси: марганец, алюминий, никель, хром (VI), фторид водорода, бензол, толуол, ксилол, формальдегид;

– для повышения результативности мер и действий по актуализации системы наблюдений в зонах наибольшей аэрогенной экспозиции, связанных с выбросами хозяйствующих субъектов металлургического и целлюлозно-бумажного производств, скорректировать программы мониторинга с учетом вновь выявленных приоритетов и включить в программы производственного контроля вещества – маркерные для выбросов конкретного объекта;

– для развития и совершенствования контрольно-надзорной деятельности на объектах чрезвычайно высокой категории потенциального риска причинения вреда здоровью (ПАО «РУСАЛ Братск» и Филиал ОАО «Группа «Илим» в Братске) расширить объем лабораторного сопровождения адекватно показателям, реализующим риск здоровью (марганец, алюминий, никель, хром (VI), фторид водо-

рода, бензол, толуол, ксилол) при осуществлении плановых выездных проверок (1 раз в год);

– для повышения эффективности принятия управленческих решений, направленных на обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, проживающего в зоне одновременного влияния ОАО «РУСАЛ Братск», филиала ОАО «Группа ИЛИМ» в Братске, систематически проводить обсуждение с хозяйствующими субъектами результатов оценки остаточных рисков здоровью, всех выявленных несоответствий между декларируемыми выбросами, расчетными уровнями загрязнений и реальной санитарно-гигиенической ситуацией в городе;

– для повышения эффективности санитарно-гигиенических оценок и экспертиз при обосновании фактов реализации рисков здоровью населения в результате нарушения санитарного законодательства использовать алгоритм проведения исследований и полученные результаты по доказанным случаям реализации рисков здоровью в виде конкретных заболеваний (хронический тонзиллит, хронический фарингит, хронический адено tonsзиллит, аллергический ринит, бронхиальная астма, синдром вегетативной дистонии, астено-вегетативный синдром, общий вариабельный иммунодефицит, дорсопатия, нарушение осанки, нарушение внутрисердечной проводимости, врожденные аномалии почек, сердца) и конкретных химических факторов, определяющих реализацию риска (марганец, алюминий, никель, хром (VI), фторид водорода, бензол, толуол, ксилол, формальдегид);

– для повышения эффективности планирования и организационной поддержки программных медико-профилактических мер дополнять оценку рисков здоровью данными о фактической заболеваемости населения, складывающейся на территории селитебной застройки города с особо высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха, по тем видам нарушений здоровья, которые идентифицированы как риск-реализованные;

– для анализа и мониторинга эффективности компенсационных мер использовать показатели: при оценке санитарно-гигиенических мероприятий – доля нестандартных проб и кратность превышения гигиенических нормативов содер-

жания приоритетных веществ в атмосферном воздухе, содержание приоритетных веществ в биосредах, число предотвращенных случаев заболеваний по классам болезней, соответствующих критическим органам и системам, общие предотвращенные потери ВВП; при оценке адресных лечебно-профилактических мероприятий – длительность и частота обострений заболеваний, число предотвращенных случаев заболеваний, адекватных критическим органам и системам; общие предотвращенные потери ВВП, эффективность мероприятий в рублях на 1 рубль затрат.

• ***Руководящему составу ОАО «РУСАЛ Братск», филиала ОАО «Группа ИЛИМ» в Братске:***

– осуществить корректировку организационных, технологических санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на снижение остаточных рисков, связанных с воздействием риск-реализующих веществ, в том числе марганец, алюминий, никель, хром (VI), фторид водорода, бензол, толуол, ксилол, что соответствует требованиям ФЗ от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании» и другим нормативно-правовым актам Российской Федерации;

– при проведении корректировки результатов инвентаризации выбросов выполнить оценку в составе твердых выбросов доли и компонентного состава мелкодисперсных пылей с учетом приоритетных металлов (марганец, алюминий, никель, хром (VI));

– до момента достижения приемлемых рисков для здоровья населения в зоне наибольшего риска здоровью населения, обеспечить организационно-финансовые возможности продолжения реализации адресной социально ориентированной Программы медико-профилактической помощи детям и взрослым с заболеваниями органов дыхания, нервной, костно-мышечной, иммунной, сердечно-сосудистой систем, что отвечает требованиям ФЗ от 26.07.2019 № 195-ФЗ «О проведении эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ...»;

– разработать и принять инвестиционную Программу Предприятия с учетом критериев риска и формирования потерь здоровья с целью демонстрации потенциальных позитивных изменений на ближайшую, среднюю и отдаленную перспективу, в том числе по критериям «затраты – выгода».

- ***Отделу здравоохранения в Иркутской области в городе г. Братск:***

- для повышения эффективности раннего выявления, профилактики и устранения негативных последствий реализации риска здоровью в виде заболеваний органов дыхания, нервной, иммунной систем, опорно-двигательного аппарата, при обосновании и реализации адресной медико-профилактической помощи детям и взрослым в зоне экспозиции (на групповом и/или индивидуальном уровне) учитывать показатели нарушения баланса нейротрансмиттеров возбуждения (глутаминовая кислота), окислительно-антиоксидантных процессов (МДА, гидроперекиси липидов, 8-OHdG, СОД, АОА), костного метаболизма и остеорегуляции (С-концевые телопептиды, остеопротегерин, остеокальцин, Ampli-sRANKL), гормонов гипофизарно-надпочечниковой оси (серотонин, кортизол), клеточного и гуморального звена иммунитета (индекс эозинофилии в назальном секрете, фагоцитарный индекс, фагоцитарное число, IgE общий, IgE специфический к формальдегиду, IgG специфический к алюминию), ферментативной активности и пигментного обмена (АСАТ, общий и прямой билирубин).

- ***Научным организациям гигиенического профиля:***

- для дальнейшего совершенствования методических подходов к развитию системы социально-гигиенического мониторинга в части повышения эффективности научно-методических подходов требуется внедрение анализа риск-реализованных нарушений здоровья у экспонированных групп населения в условиях воздействия приоритетных аэрогенных химических факторов.

- ***Учреждениям высшего профессионального образования:***

- проводить подготовку студентов и переподготовку специалистов в области гигиены и профилактической медицины с учетом новых знаний о системных и клеточно-молекулярных закономерностях и особенностях нарушений гомеостаза при реализации рисков здоровью (заболевания органов дыхания, нервной, костной, иммунной, гепатобилиарной систем), обусловленных особо высоким уровнем аэрогенной экспозиции ведущих химических факторов.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Полученные теоретические и практические результаты позволяют сформулировать перспективы направлений продолжения исследований:

- совершенствование методических подходов к идентификации гигиенических проблем и критериальной оценке риск-реализованных нарушений здоровью в условиях особо высоких уровней многосредового воздействия смесей высокотоксичных веществ со свойствами аддитивности, потенцирования, эмерджентности для задач повышения объективности оценок формируемых рисков здоровью;

- расширение доказательной базы выявления риск-реализованных нарушений здоровья, ассоциированных с воздействием химическими факторами, с учетом перенесенной новой коронавирусной инфекции, в том числе поло-возрастных различий;

- разработка методических подходов к использованию данных о риск-реализованных нарушениях здоровья на индивидуальном уровне, ассоциированных с воздействием химических факторов, для определения контрольных точек квотирования выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух для каждого объекта, для которого устанавливаются квоты выбросов;

- совершенствование методических подходов к обоснованию приоритетных химических веществ и программ наблюдения для задач СГМ с учетом индивидуальных данных о риск-реализованных нарушениях здоровья у экспонированного населения.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АЛАТ	– аланинаминотранфераза
АОА	– антиоксидантная активность
Апо А1	– аполипопротеин А1
Апо В100	– аполипопротеин В100
АСАТ	– аспартатаминотрансфераза
ВОЗ	– Всемирная Организация Здравоохранения
ВВП	– внутренний валовый продукт
ГАМК	– гамма-аминомасляная кислота
ГИС	– геоинформационная система
ГлПО	– глутатионпероксидаза
ГН	– гигиенический норматив
ИЗА	– индекс загрязнения атмосферы
КЭА	– карцино-эмбриональный антиген
ЛГ	– лютеинизирующий гормон
ЛПВП	– липопротеиды высокой плотности
ЛПНП	– липопротеиды низкой плотности
ЛПОНП	– липопротеиды очень низкой плотности
МАИР	– Международное агентство по изучению рака
МДА	– малоновый диальдегид
МКБ-10	– международная классификация болезней 10 пересмотра
НСЭ	– нейронспецифическая энолаза
ОДК	– ориентировочно-допустимая концентрация
ОЖСС и НЖСС	– общая и ненасыщенная железосвязывающая способность
ПДВ	– предельно допустимый выброс
ПДК _{м.р.}	– предельно допустимая концентрация максимальная разовая
ПДК _{с.с.}	– предельно допустимая концентрация средняя суточная
ПДУ	– предельно допустимый уровень

ПНЗ	– пост наблюдения загрязнений
СГМ	– социально-гигиенический мониторинг
СОД	– супероксиддисмутаза
СОЭ	– скорость оседания эритроцитов
СРБ	– С-реактивный белок
ССС	– сердечно-сосудистая система
Т4св.	– тироксин свободный
ТПО	– тиреопероксидаза
ТТГ	– тиреотропный гормон
УЗИ	– ультразвуковое исследование
ФИФ	– Федеральный информационный фонд
ФОМС	– фонд обязательного медицинского страхования
ФСГ	– фолликулостимулирующий гормон
ЦНС	– центральная нервная система
ЦХПВ	– централизованное хозяйственно-питьевое водоснабжение
8-ОН-2dG	– 8-ОН-дезоксигуанозин
Ampli-sRANKL	– маркер метаболизма костной ткани
ARfC	– референтная (безопасная) концентрация для острого ингаляционного воздействия
ARfC	– референтная (безопасная) концентрация для острого ингаляционного воздействия
Ig	– иммуноглобулин
OR	– отношение шансов
R	– риск нарушения здоровья
RfC	– референтная (безопасная) концентрация для хронического ингаляционного воздействия
RfL	– референтный уровень содержания химического вещества в биологическом субстрате
RR	– отношение рисков
SFi	– фактор канцерогенного потенциала

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Авалиани, С.Л. Роль оценки долевого вклада выбросов предприятий, находящихся за пределами исследуемой территории города, в различные виды рисков здоровью населения / С.Л. Авалиани, Б.А. Ревич, А.Л. Мишина // Здоровье населения и среда обитания. – 2010. – № 11 (212). – С. 41-43.

2. Актуальность социально-гигиенической оценки региональных особенностей загрязнения атмосферного воздуха (на примере Красноярского края) / Д.В. Горяев, И.В. Тихонова, И.И. Новикова [и др.] // Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания: матер. VI Всеросс. научно-практ. конф. с междунар. участием. Пермь: Книжный формат, 2015. – С. 142-143.

3. Актуальные проблемы правовой и научно-методической поддержки обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации как стратегической государственной задачи / Н.В. Зайцева, А.Ю. Попова, Г.Г. Онищенко, И.В. Май // Гигиена и санитария. – 2016. – № 95 (1). – С. 5-9.

4. Алгоритм профилактики аллергических заболеваний органов дыхания у детей, проживающих в условиях воздействия химических загрязнителей среды обитания / К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, О.А. Маклакова, А.И. Аминова // Вестник Уральской государственной медицинской академии. – 2012. – № 24. – С. 94-95.

5. Аликина, И.Н. Особенности иммунологических индикаторных показателей, контролирующих апоптоз у детского населения, в условиях аэрогенной экспозиции алюминием / И.Н. Аликина, О.В. Долгих, М.А. Гусельников // Анализ риска здоровью – 2020: матер. X Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием: в 2-х т. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2020. – Т. 1. – С. 611-613.

6. 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.

Вековщина, С.Ю. Балашов [и др.] // Гигиена и санитария. – 2017. – № 96(1). – С. 29-35.

7. Анализ риска здоровью в задачах совершенствования санитарно-эпидемиологического надзора в Российской Федерации / Г.Г. Онищенко, А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 2. – С. 4-13.

8. 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. – Пермь, 2014. – М.; Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политех. ун-та, 2014. – 738 с.

9. Анализ риска здоровью при воздействии атмосферных загрязнений как составная часть стратегии уменьшения глобальной эпидемии неинфекционных заболеваний // В.Н. Ракитский, С.Л. Авалиани, С.М. Новиков [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 30-36.

10. Ахтиманкина, А.В. Загрязнение атмосферного воздуха выбросами промышленных предприятий Иркутской области / А.В. Ахтиманкина // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. – 2017. – Т. 21. – С. 15-27.

11. Бадмаева, С.Э. Антропогенное загрязнение атмосферного воздуха городов Красноярского края / С.Э. Бадмаева, В.И. Циммерман // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2015. – № 2 (101). – С. 27-32.

12. 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.

13. 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.

14. Вепринцев, В.В. Состояние здоровья детей младшего школьного возраста в районе расположения предприятий черной металлургии / В.В. Вепринцев // Гигиена и санитария. – 2007. – № 3. – С. 11-13.

15. Веремчук, Л.В. Системная оценка среды обитания человека и распространения эколого-зависимых заболеваний (на примере бронхо-легочной патологии): автореф. на соиск. ... докт. биол. наук: 03.00.16, 14.00.07 / Веремчук Людмила Васильевна. – Владивосток, 2006. – 37 с.

16. Влияние загрязнения воздушной среды на формирование уровней общей заболеваемости бронхолегочной патологией во Владивостоке / Л.В. Веремчук, Н.А. Черпак, Т.А. Гвозденко, М.В. Волкова // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2014. – № 1(55). – С. 4-8.

17. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье населения / Р.А. Голиков, Д.В. Суржиков, В.В. Кислицина, В.А. Штайгер // Научное обозрение. Медицинские науки. – 2017. – № 5. – С. 20-31.

18. Влияние климата, ландшафта, загрязнения воздуха на здоровье человека / Е.М. Господынько, М.А. Степчук, Т.М. Пинкус [и др.] // Научные ведомости: Серия Медицина. Фармация. – 2010. – № 22(93). – Вып. 12. – С. 46-50.

19. Генеральный план муниципального образования города Братска: Пояснительная записка. Том 2. стр. 14 Том II (Приложение № 8 к решению Думы г. Братска от 17.11.2008 г. № 554/Г-Д).

20. Гигиеническая оценка атмосферного воздуха и неканцерогенного риска для здоровья населения, проживающего на приграничных территориях / В.М. Боев, Е.А. Кряжева, Л.Х. Кудусова [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2019. – № 3. – С. 29-35.

21. 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, Н.В. Зайцева [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 3. – С. 61-69.

22. 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.

23. Гигиеническая характеристика хронического гастродуоденита у детей, проживающих в условиях воздействия техногенных химических факторов (на примере Пермского края) / Н.В. Зайцева, М.А. Сафонова, О.Ю. Устинова, М.А. Землянова // Уральский медицинский журнал. – 2009. – № 1. – С. 19-25.

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

25. 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.

26. ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. 1977 Электронный фонд нормативно-правовых документов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/5200233> (дата обращения 26.04.2022).

27. ГОСТ Р 58771-2019. Менеджмент риска. Технологии оценки риска [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200170253> (дата обращения 28.04.2022).

28. ГОСТ Р ИСО 14001-2016. Системы экологического менеджмента, 2017. Электронный фонд нормативно-правовых документов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200134681> (дата обращения 14.04.2022).

29. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2018 году». – Иркутск: ООО «Мегапринт», 2019. – 307 с.

30. Гресь, Н.А. Элементоз избытка алюминия: распространенность у населения, клинические и биологические аспекты / Н.А. Гресь, Е.В. Слобожанина, Е.О. Гузик. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. – 109 с.

31. 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. – Режим доступа:

<https://cyberleninka.ru/article/n/problema-zagryazneniya-atmosfernogo-vozduha-v-gorodah> (дата обращения 26.04.2022).

32. Дампилон, Ж.В. Влияние производства алюминия в России на окружающую среду / Ж.В. Дампилон // Вестник Чувашского университета. – 2008. – № 3. – С. 14-21.

33. Дворецкая, Ю.Б. Геоэкологическая оценка влияния глиноземного производства на окружающую среду: на примере г. Ачинска: дисс. ... канд. геол.-минерал. наук: 25.00.36 / Дворецкая Юлия Борисовна. – Красноярск, 2007. – 174 с.

34. Дерябин, А.Н. Оценка биологического загрязнения почвы на территории Архангельской области / А.Н. Дерябин // Здоровье населения и среда обитания. – 2017. – Т. 292, № 7. – С. 18-21.

35. Долгушина, Н.А. Антропогенные факторы риска заболеваний дыхательной системы у детей / Н.А. Долгушина, Е.В. Блинкова // Экология, здоровье и безопасность в современном образовательном пространстве: сб. науч. тр. Всеросс. науч.-практ. конф., посвященной году экологии в России. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова, 2017. – С. 29-32.

36. Долгушина, Н.А. Оценка загрязнения атмосферного воздуха промышленных городов Челябинской области и неканцерогенных рисков здоровью населения / Н.А. Долгушина, И.А. Кувшинова // Экология человека. – 2019. – № 6. – С. 17-22.

37. Донских, И.В. Влияние фтора и его соединений на здоровье населения (обзор данных литературы) / И.В. Донских // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2013. – № 3-2. – С. 179-185.

38. Ежегодник «Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России» [Электронный ресурс]. Перечень материалов, изданных ГГО. – Режим доступа: http://voeikovmgo.ru/?option=com_content&view=article&id=40:perechen-materialov-izdannyykh-ggo&catid=41&Itemid=24&lang=ru (дата обращения: 29.04.2022).

39. Ежегодные данные по химическому составу и кислотности атмосферных осадков за 2016-2020 годы (обзор данных) / Н.А. Першина, М.Т. Павлова, А.И. По-

лищук, Е.С. Семенец // ФГБУ «ГГО» Росгидромета. – СПб: Саратов: Амирит, 2021. – 114 с.

40. Жданова-Заплесвичко, И.Г. Оценка нарушений биохимических показателей состояния костной ткани у детей в условиях аэрогенного воздействия приоритетных химических факторов в зоне влияния предприятия по производству алюминия / И.Г. Жданова-Заплесвичко, М.А. Землянова, Е.В. Пескова // Вестник Пермского университета: Биология. – 2017. – Вып. 2. – С. 216-221.

41. Жижин, Н.Н. Анализ средств управления качеством атмосферного воздуха в условиях крупного города / Н.Н. Жижин, М.С. Дьяков, М.Б. Ходяшев // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 50-59.

42. Загороднов, С.Ю. Изучение компонентного и дисперсного состава пылевых выбросов предприятий металлургического комплекса для задач оценки экспозиции населения / С.Ю. Загороднов, А.А. Кокоулина, Е.В. Попова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17, № 5-2. – С. 451-456.

43. Зайцева, Н.В. Гигиенические аспекты нарушения здоровья детей при воздействии химических факторов среды обитания / Н.В. Зайцева, О.Ю. Устинова, А.Р. Аминова. – Пермь: Книжный формат, 2011. – 489 с.

44. 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. – 2015. – Т. 1, № 7. – С. 457-463.

45. Зайцева, Н.В. Медико-профилактические технологии для задач управления риском нарушений здоровья населения, ассоциированных с воздействием факторов среды обитания / Н.В. Зайцева, О.Ю. Устинова // Журнал Фундаментальные исследования. – 2014. – № 10 (часть 4) – С. 665-670.

46. 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. – 2015. – № 2. – С. 109-113.

47. 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: матер. X Всеросс. науч.-практич. конф. с междунар. 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.

48. 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.

49. Зайцева, Н.В. Оценка аэрогенного воздействия приоритетных химических факторов на здоровье детского населения в зоне влияния предприятий по производству алюминия / Н.В. Зайцева, Т.И. Жданова-Заплесвичко, С.В. Клейн // Экологические проблемы современности: выявление и предупреждение неблагоприятного воздействия антропогенно детерминированных факторов и климатических изменений на окружающую среду и здоровье населения: сб. матер. Междунар. Форума Научного совета РФ по экологии человека и гигиене окружающей среды. – М., 2017. – С. 168-171.

50. 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.

51. 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: сб. матер. IX Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием; под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь, 2019. – С. 7-12.

52. Землянова, М.А. Биомаркеры неканцерогенных негативных эффектов со стороны центральной нервной системы у детей в зоне влияния источников выбросов алюминиевого производства / М.А. Землянова, И.Г. Жданова-Заплесвичко, Ю.В. Кольдибекова // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 5. – С. 461-469.

53. 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. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2019. – С. 595-598.

54. Землянова, М.А. Биомаркеры эффекта как показатели и критерии воздействия техногенных химических факторов окружающей и производственной среды на здоровье / М.А. Землянова, О.В. Долгих // Здоровье населения и среда обитания. – 2010. – № 11 (212). – С. 31-33.

55. Землянова, М.А. Изменения биохимических показателей нейротрансмиссии у детей с повышенной концентрацией алюминия в моче / М.А. Землянова, Ю.В. Кольдибекова // Вестник Пермского университета: Биология. – 2018. – № 3. – С. 308-312.

56. 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. – 2019. – № 7 (316). – С. 28-33.

57. 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: матер. X Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. 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.

58. Землянова, М.А. Цитогенетическая индикация мутагенного эффекта в диадах «мать-ребенок» в зоне влияния предприятий алюминиевого производства / М.А. Землянова, Ю.В. Кольдибекова // Здоровье населения и среда обитания. – 2018. – № 8. – С. 49-53.

59. Зубарев, А.Ю. Гигиеническая оценка эпидемиологических особенностей заболеваний сердечно-сосудистой системы у населения, проживающего в условиях экологического риска (на примере г. Перми) / А.Ю. Зубарев, М.А. Землянова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. XI. – № 1 (7). – С. 1623-1628.

60. Использование данных регионального информационного фонда СГМ для оценки риска здоровью населения г. Липецка / С.И. Савельев, В.А. Бондарев, Н.В. Нахичеванская [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 1. – С. 41–51.

61. 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.

62. Кацнельсон, Б.А. Концепция «приемлемого» риска – ключевой дискуссионный вопрос оценки и управления рисками для здоровья населения / Б.А. Кацнельсон, С.В. Кузьмин, В.Б. Гурвич // Гигиена и санитария. – 2007. – № 86(3). – С. 76-80.

63. Качество воздуха и здоровье: информационный бюллетень о Целях в области устойчивого развития (ЦУР): задачи, связанные со здоровьем [Электронный ресурс]. – Всемирная Организация Здравоохранения, 2018. – Режим доступа: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/340800> (дата обращения 21.04.2022).

64. Классификация химических канцерогенов МАИР. Онкогены по данным Международной ассоциации исследования рака. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://meduniver.com/Medical/Neotlogka/1057.html> (дата обращения 01.02.2022).

65. Клиническая иммунология и аллергология: в 3-х томах; под ред. Л. Йегера. – М.: Медицина, 1990. – Т. 1. – 528 с.
66. Клиническое руководство по лабораторным тестам; под ред. Норберта У. Тица. – М.: ЮНИМЕД-пресс, 2013. – 960 с.
67. Ключев, Н.Н. «Грязные» города России: факторы, определяющие загрязнение атмосферного воздуха / Н.Н. Ключев, Л.М. Яковенко // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2018. – Т. 26, № 2. – С. 237-250.
68. 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.
69. Колпакова, А.Ф. Загрязнения воздуха взвешенными частицами как фактор риска сердечно-сосудистых заболеваний / А.Ф. Колпакова, Р.Н. Шарипов, Ф.А. Колпаков // Гигиена и санитария. – 2017. – № 96(2). – С. 133-137.
70. Комплексная оценка эффективности митигации вреда здоровью на основе теории нечетких множеств при планировании воздухоохраных мероприятий / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, И.В. Май [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 1. – С. 25–37.
71. Комплексный план мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в г. Братске (утв. заместителем Председателя Правительства Российской Федерации А. Гордеевым 28.12.2018 № 11022-П6) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.bratsk-city.ru/upload/10.01.2019_100_Gordeev%20A.V._Amirxanov%20A.M.pdf (дата обращения 27.04.2022).
72. Котлер, В.Р. Экологические проблемы угольных ТЭЦ / В.Р. Котлер // Охрана труда и техника безопасности на промышленных предприятиях. – 2016. – № 8. – С. 21-28.
73. Ларионова, Н.А. Воздействие предприятий алюминиевой промышленности на загрязнение окружающей среды / Н.А. Ларионова // Экологическая геология:

теория, практика и региональные проблемы: матер. V междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж-Севастополь: Научная книга, 2017. – С. 78-80.

74. Лещук, С.И. Взаимосвязь загрязнения окружающей среды и экологически обусловленной заболеваемости населения на территории техногенного загрязнения / С.И. Лещук, И.В. Суркова, Н.В. Сенкевич // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. – 2017. – № 2 (194). – С. 110-117.

75. 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.

76. 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 экология. – 2019. – Т. 59, № 11. – С. 931-936.

77. 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.

78. 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 // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: матер. IX Всеросс. науч.-практич. конф. с междунар. участием. – 2019. – С. 423-428.

79. Маклакова, О.А. Оценка риска развития заболеваний органов дыхания и коморбидной патологии у детей в условиях загрязнения атмосферного воздуха химическими веществами техногенного происхождения (когортное исследование) / О.А. Маклакова // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 2. – С. 56-63.

80. Макоско, А.А. О тенденциях распространенности экологически обусловленных заболеваний вследствие техногенного загрязнения атмосферы / А.А. Макоско, А.В. Матешева // Инновации. – 2012. – № 10 (168). – С. 98-105.

81. Медведев, Д.А. Россия-24: Стратегия социально-экономического развития / Д.А. Медведев // Вопросы экономики. – 2018. – № 1. – С. 5-28.

82. 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. 4-18.

83. 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. – 2015. – Т. 94, № 2. – С. 3-98.

84. Методы оценки комбинированного действия веществ / З.И. Жолдакова, Н.В. Харчевникова, Р.А. Мамонов, О.О. Синицына // Гигиена и санитария. – 2012. – № 2. – С. 86-89.

85. Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе: Приказ Минприроды России от 06.06.2017 № 273. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71642906/> (дата обращения 02.03.2022).

86. 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.

87. Минтель, М.В. Некоторые аспекты совместного действия алюминия и фтора на организм человека / М.В. Минтель, М.А. Землянова, И.Г. Жданова-Заплесвичко // Экология человека. – 2018. – № 9. – С. 12-17.

88. 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.

89. Нарушение биохимических и иммунологических показателей при хроническом гастродуодените у детей в условиях техногенного загрязнения среды оби-

тания / М.А. Землянова, О.В. Пустовалова, Ю.В. Городнова, Т.С. Лыхина // Экология человека. – 2010. – № 12. – С. 3-9.

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

91. 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.

92. 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.

93. Национальные проекты: ключевые цели и ожидаемые результаты [Электронный ресурс] / Правительство России. – М., 2019. – Режим доступа: <http://government.ru/projects/selection/741/35675/> (дата обращения 28.04.2022).

94. Неинфекционные заболевания и загрязнение атмосферного воздуха. – Копенгаген: Европейское региональное Бюро Всемирной организации здравоохранения, 2019. – 12 с.

95. Некоторые аспекты развития нейротоксических эффектов при воздействии нейротропных химических веществ / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, Ю.В. Кольдибекова, Е.В. Пескова // Экология человека. – 2020. – № 3. – С. 47-53.

96. 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. Унгурияну // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 8. – С. 711-716.

97. Новикова, С.А. Загрязнение атмосферного воздуха крупных городов Красноярского края / С.А. Новикова // Национальные приоритеты России. – 2019. – №2 (33). – С. 80-89.

98. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента РФ от 07.05.2018 № 204 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/71937200/> (дата обращения 28.04.2022).

99. 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]. – Режим доступа: <http://council.gov.ru/activity/activities/roundtables/100071/> (дата обращения 12.04.2022).

100. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: Федеральный закон Российской Федерации от 30.03.1999 № 52-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/12115118/> (дата обращения 27.04.2022).

101. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации: Государственный доклад [Электронный ресурс]. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – Режим доступа: <https://36.rospotrebnadzor.ru/documents/public-reports> (дата обращения 11.05.2022).

102. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Иркутской области в 2020 году: Государственный доклад. – Иркутск: ООО «Мегапринт», 2021. – 327 с.

103. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в г. Братске в 2020 году: материалы в государственный доклад. – Братск, 2021. – 121 с.

104. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в г. Братске в 2017 году: материалы в государственный доклад. – Братск, 2018. – 121 с.

105. О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года: Указ Президента РФ от 19.04.2017 № 176 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/docs/all/111285/> (дата обращения 27.04.2022).

106. О ходе реализации федерального проекта «Чистый воздух» на территории города Омска / А.С. Крига, С.В. Никитин, Е.Л. Овчинникова [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 4. – С. 31-45.

107. Об утверждении Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года: Указ Президента РФ № 1351 от 9 октября 2007 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/docs/all/61461/> (дата обращения 29.04.2022).

108. Об утверждении Правил формирования и ведения реестра хозяйствующих субъектов, имеющих долю на рынке определенного товара в размере более чем 35 процентов: Постановление Правительства РФ от 19.12.2007 № 896 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.base.garant.ru/5630914/> (дата обращения 02.03.2022).

109. Об утверждении требований к перечню компенсационных мероприятий, направленных на улучшение качества атмосферного воздуха на каждой территории эксперимента по квотированию выбросов на основе сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха: Постановление Правительства Российской Федерации от 24.12.2019 № 1792 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/73361425/> (дата обращения 25.04.2022).

110. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2019 год. – М.: Росгидромет, 2020. – 246 с.

111. 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 государственного университета: Биология. – 2016. – Вып. 4. – С. 374-378.

112. Общероссийский классификатор видов экономической деятельности. ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2): Приказ Росстандарта от 31.01.2014 № 14-ст) (ред. от 07.12.2021) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163320/ (дата обращения 02.03.2022).

113. Онищенко, Г.Г. Гигиеническая индикация последствий для здоровья при внешнесредовой экспозиции химических элементов / Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцева, М.А. Землянова. – Пермь: Книжный формат, 2011. – 532 с.

114. 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.

115. Оптимизация региональной системы мониторинга на примере г. Нижнекамска / Е.И. Игонин, А.П. Шлычков, А.Р. Шигадуллин, Р.Р. Шигадуллин // Российский журнал прикладной экологии. – 2016. – Т. 7, № 3. – С. 33-39.

116. Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года (утв. Президентом РФ от 30.04.2012) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/70169264/> (дата обращения 25.04.2022).

117. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин [и др.]; под ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.

118. Отчет Шестой министерской конференции по окружающей среде и охране здоровья. Острава, Чешская Республика. 13–15 июня 2017 г. / Всемирная Организация Здравоохранения. Европейское региональное бюро, 2017. – 109 с.

119. Оценка воздействия допустимых концентраций формальдегида на функциональное состояние центральной нервной системы подростков / В.С. Рукавишников, Н.В. Ефимова, И.В. Мыльникова, О.М. Журба // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 5. – С. 474-478.

120. Оценка заболеваемости населения в зависимости от условий проживания / М.Л. Веревина, Н.В. Русаков, Т.В. Жукова, О.А. Груздева // Гигиена и санитария. – 2010. – № 4. – С. 28-31.

121. 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.

122. 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: МР 2.1.10.0156-19 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_415503/ (дата обращения 21.04.2022).

123. Оценка комбинированного воздействия вредных веществ на состояние здоровья работников нефтехимических и химических производств / Г.Г. Бадамшина, Л.К. Каримова, Т.А. Ткачева [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2013. – № 4. – С. 5-10.

124. Оценка контаминации снегового покрова для выявления зон ингаляционного химического риска / О.М. Журба, Н.В. Ефимова, С.С. Ханхареев [и др.] // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99, № 4. – С. 363-367.

125. Оценка потенциального загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсными частицами в зоне расположения машиностроительного предприятия / И.В. Май, С.Ю. Загороднов, А.А. Макс, М.Ю. Загороднов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Урбанистика. – 2012. – № 2 (6). – С. 109-118.

126. 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 [и др.] // Актуальные вопросы анализа при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: матер. IX Всеросс. науч.-практ. конф. – Пермь, 2019. – С. 95-100.

127. Оценка экономической эффективности реализации мероприятий по снижению уровней загрязнения атмосферного воздуха на основании оценки риска здоровью населения: МР 5.1.0158-19 [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://sudact.ru/law/mr-510158-19-51-gosudarstvennaia-sanitarno-epidemiologicheskaiia-sluzhba-v/> (дата обращения 21.04.2022).

128. Паспорт национального проекта «Экология» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 № 16) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/info/35569/> (дата обращения 23.03.2022).

129. Паспорт Федерального проекта "Чистый воздух" на 2018-2024 гг. (Приложение к протоколу заседания проектного комитета по национальному проекту "Экология" от 21 декабря 2018 г. № 3) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/401533498/> (дата обращения 27.04.2022).

130. 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.

131. Петров, С.Б. Эколого-эпидемиологическая оценка влияния взвешенных веществ в атмосферном воздухе на развитие болезней системы кровообращения / С.Б. Петров // Экология человека. 2011. – № 2. – С. 3-7.

132. 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.

133. 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.

134. Порядок применения результатов медико-биологических исследований для доказательства причинения вреда здоровью населения негативным воздействием химических факторов среды обитания: МУ 2.1.10.3165–14 [Электронный ресурс] // Официальный сайт Электронный фонд правовой и научно-технической информации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200121662> (дата обращения 19.02.2022).

135. Правовой анализ использования оценки риска здоровью в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения / А.О. Карелин,

А.Ю. Ломтев, Г.Б. Еремин [и др.] // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99, № 6. – С. 624-630.

136. Проблемы совершенствования системы управления качеством окружающей среды на основе анализа риска здоровью населения / С.Л. Авалиани, С.М. Новиков, Т.А. Шашина [и др.] // Гигиена и санитария. – 2014. – Т. 93, № 6. – С. 5-9.

137. Прогнозирование заболеваемости и оценка риска здоровью при выполнении гигиенических исследований, связанных с химическими факторами воздействия / О.В. Мироненко, А.В. Киселёв, С.Н. Носков [и др.] // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 11. Медицина. – 2017. – Т. 12, № 4. – С. 419-428.

138. Просвиряков, И.А. Гигиеническая оценка содержания твердых частиц PM10 и PM2.5 в атмосферном воздухе и риска для здоровья жителей в зоне влияния выбросов стационарных источников промышленных предприятий / И.А. Просвиряков, Л.М. Шевчук // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 2. – С. 14-23.

139. 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.

140. 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.

141. Ревич Б.А. К оценке влияния деятельности ТЭК на качество окружающей среды и здоровье населения / Б.А. Ревич // Проблемы прогнозирования. – 2010. – № 4 (121). – С. 87-99.

142. 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.

143. Ревич, Б.А. Продолжительность жизни и смертность в мегаполисах / Б.А. Ревич, Т.Л. Харькова, Е.А. Кваша // Человек в мегаполисе: опыт междисци-

плинарного исследования; под ред. Б.А. Ревича. О.В. Кузнецовой. – М.: ЛЕНАНД, 2018. – Глава 5.1 – С. 377-433.

144. 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.

145. 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: МР 5.1.0116-17 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/555601296> (дата обращения 19.02.2022).

146. Роль химических факторов риска в развитии соматической патологии у населения селитебных территорий алюминиевого и целлюлозно-бумажного производства / Н.В. Зайцева, О.Ю. Устинова, И.Г. Жданова-Заплесвичко [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2017. – № 6. – С. 3-6.

147. Руководство по комплексной профилактике экологически обусловленных заболеваний на основе оценки риска / Ю.А. Рахманин, О.О. Сеницына, С.М. Новиков [и др.]. – М., 2017. – 68 с.

148. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Руководство 2.1.10.1920-04 (утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 05.03.2004). – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

149. Саидходжаева, С.Н. Нейромедиаторный дисбаланс – как основа развития синдрома дефицита внимания с гиперактивностью / С.Н. Саидходжаева, Ё.Н. Маджидова // Вестник Казахского Национального медицинского университета. – 2016. – № 2. – С. 341-343.

150. 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 [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 9(246). – С. 6-10.

151. 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.

152. Совершенствование системы мониторинга атмосферного воздуха в населенном пункте / Л.О. Штриплинг, В.В. Баженов, Н.С. Баженова, П.Е. Нор // Омский научный вестник. – 2020. – № 3 (171). – С. 80-85.

153. Современные вопросы оценки и управления риском для здоровья / А.Ю. Попова, В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин [и др.] // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 12. – С. 1125-1129.

154. Современные вызовы и пути совершенствования оценки и управления рисками здоровью населения / В.Н. Ракитский, С.В. Кузьмин, С.Л. Авалиани [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 3. – С. 23-29.

155. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования / Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, С.Л. Авалиани [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 2. – С. 4–14.

156. 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.

157. Социально-гигиенический мониторинг и информационно-аналитические системы обеспечения оценки и управления риском для здоровья населения и риск-ориентированной модели надзорной деятельности // С.В. Кузьмин, В.Б. Гурвич, О.В. Диконская [и др.] // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 12. – С. 1130-1135.

158. 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 // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 4. – С. 4-16.

159. Социально-экономические детерминанты и потенциал роста ожидаемой продолжительности жизни населения Российской Федерации с учетом региональной дифференциации / И.В. Зайцева, Г.Г. Онищенко, А.Ю. Попова [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 14-29.

160. 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.

161. Сучков, В.В. Оценка качества атмосферного воздуха в городах с развитой нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленностью / В.В. Сучков // Санитарный врач. – 2014. – № 5. – С. 12-15.

162. Техногенное загрязнение атмосферного воздуха и его влияние на социально-экологическое благополучие городов-курортов кавказских минеральных вод / В.Н. Азаров, П.А. Сидякин, Т.Н. Лопатина, Д.А. Николенко // Социология города. – 2014. – № 1. – С. 28-37.

163. Тихонова, И.В. Актуализация системы социально-гигиенического мониторинга на основе анализа рисков здоровью (муниципальный уровень) / И.В. Тихонова, М.А. Землянова // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 60-68.

164. Тихонова, И.В. Гигиеническая оценка воздействия химических компонентов производства глинозема на органы дыхания у детей для совершенствования системы социально-гигиенического мониторинга: автореф. на соиск.... канд. мед. наук: 14.02.01 / Тихонова Ирина Викторовна. – Пермь, 2020. – 27 с.

165. Трескова, Ю.В. Оценка воздействия на здоровье населения и окружающую среду твердых выбросов горно-обогатительного комбината с учетом их дисперсного состава / Ю.В. Трескова // Молодой ученый. – 2017. – № 23. – С. 19-22.

166. 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.

167. Улумбекова, Г.Э. Здоровоохранение России. Что надо делать. Состояние и предложения: 2019-2024 гг. / Г.Э. Улумбекова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 406 с.

168. Управление риском для здоровья населения в целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения муниципальных образований (опыт Свердловской области) / В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин, О.В. Диконская [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 3. – С. 64-74.

169. Урясьев, О.М. Токсические поражения органов дыхания / О.М. Урясьев, Е. Г. Чунтыжева, Ю. А. Пан. – М., 2015. – 97 с.

170. Установление и доказательство вреда здоровью гражданина, наносимого негативным воздействием факторов среды обитания / И.В. Май, Н.В. Зайцева, С.В. Клейн, Э.В. Седусова // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 11 (248). – С. 4-6.

171. Устинова, О.Ю. Организация лечебно-диагностической помощи в условиях санитарно-гигиенического неблагополучия среды обитания и производственной деятельности для задач снижения рисков здоровью населения / О.Ю. Устинова // Здоровье населения и среда обитания. – 2010. – № 11(212). – С. 36-38.

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

173. Формирование программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха и количественная оценка экспозиции населения для задач социально-гигиенического мониторинга: МР 2.1.6.0157-19 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sudact.ru/law/mr-2160157-19-216-atmosfernyi-vozdukh-i-vozdukh/> (дата обращения 25.03 2022).

174. Характеристика регуляторных систем у детей при воздействии химических факторов среды обитания / Д.В. Ланин, Н.В. Зайцева, О.В. Долгих, Д.Г. Дианова // Гигиена и санитария. – 2014. – № 2. – С. 23-26.

175. Цитогенетические маркеры и гигиенические критерии оценки хромосомных нарушений у населения и работников в условиях воздействия химических

факторов с мутагенной активностью // Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, В.Б. Алексеев, С.Г. Щербина. – Пермь: Книжный формат, 2013. – 222 с.

176. Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям. – Федеральная служба Государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13282> (дата обращения 02.03.2022).

177. Шалина, Т.И. Гигиеническая оценка риска здоровью населения в зоне влияния производств алюминия / Т.И. Шалина // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2009. – № 8. – С. 128-129.

178. Шевчук, Л.М. Оценка характера комбинированного действия атмосферных загрязнений при планировании мероприятий по защите здоровья населения / Л.М. Шевчук, С.М. Соколов // Здоровье и окружающая среда. – 2014. – Т. 1, № 24. – С. 98-101.

179. Шоина, И.И. Оценка степени риска в условиях неопределенности // Научный вестник МГТУ ГА / И.И. Шоина. – 2006. – № 106. – С. 165-169.

180. Эколого-гигиеническая оценка качества почв урбанизированных территорий / М.А. Водянова, И.А. Крятов, Л.Г. Донерьян [и др.] // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 10. – С. 913-916.

181. Эколого-гигиеническая оценка риска для здоровья населения, проживающего в непосредственной близости от нефтепромыслов / А.В. Барышников, М.Б. Цинберг, В.М. Боев [и др.] // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2021. – № 3. – С. 19-24.

182. Эколого-гигиенические факторы и распространённость болезней системы кровообращения / П.Ф. Кику, С.Н. Бениова, В.Г. Морева [и др.] // Здравоохранение Российской Федерации. – 2019. – Т. 63, № 2. – С. 92-97.

183. Юзбеков, А. К. Влияние техногенного загрязнения атмосферы на заболеваемость органов дыхания / А.К. Юзбеков, М.А. Юзбеков // Вестник Московского Университета. Серия 16. Биология. – 2015. – № 1. – С. 19-24.

184. A Review of Airborne Particulate Matter Effects on Young Children's Respiratory Symptoms and Diseases / X-Y. Liu, D. Dunea, S. Lordache, A. Pohoata // *Atmosphere*. – 2018. – № 9(4). – P. 3-18.

185. Air pollution and child health: prescribing clean air: summary [Электронный ресурс]. – Geneva: World Health Organization, 2018. – Режим доступа: <https://www.who.int/publications/i/item/air-pollution-and-child-health> (дата обращения 26.04.2022).

186. Air quality guidelines: Chapter 5.5 Carbon monoxide [Электронный ресурс]. – WHO Regional office for Europe. – Copenhagen, Denmark, 2000. – Режим доступа: <https://pdf4pro.com/cdn/chapter-5-5-carbon-monoxide-who-europe-home-24be6.pdf> (дата обращения 18.03.2022).

187. Ambient (outdoor) air pollution [Электронный ресурс]. – World Health Organization, 2018. – Режим доступа: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) (дата обращения 28.03.2022).

188. Ambient Particulate Air Pollution and Daily Mortality in 652 Cities / M.S. Cong Liu, Ch. Renjie, S. Francesco [et al.] // *N. Engl. J. Med.* – 2019. – Vol. 381. – P. 705-715.

189. An association between air pollution and mortality in six U.S. cities / D.W. Dockery, C.A. Pope, X. Xu [et al.] // *New England J. Med.* – 1993. – Vol. 329. – P. 1753-1759.

190. Association of improved air quality with lung development in children / W.J. Gauderman, R. Urman, Ed. Avol [et al.] // *N. Engl. J. Med.* – 2015. – Vol. 5. – № 372(10). – P. 905-913.

191. Associations between environmental exposures and asthma control and exacerbations in young children: a systematic review [Электронный ресурс] / S. Dick, E. Doust, H. Cowie [et al.] // *BMJ Journals*. – 2013. – Vol. 4. – Режим доступа: <http://www.bmjopen.bmj.com/content/4/2/e003827> (дата обращения 25.04.2022).

192. Benzene exposure is associated with cardiovascular disease risk [Электронный ресурс] / W. Abplanalp, N. deJarnett, D. Rigge, D.J. Conklin // *PloS ONE*. – 2017.

– Vol. 12(9) – Режим доступа: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183602> (дата обращения 12.03.2022).

193. Biological monitoring of welders exposed to aluminium / B. Rossbach, M. Buchta, G.A. Csanády [et al.] // *Toxicology Letters*. – 2006. – № 162. – P. 239-245.

194. Biomarkers and Risk Assessment: Concepts and Principles (Environmental health criteria; 222): International Programme on Chemical Safety. – Geneva: World Health Organization, 1993. – 85 с.

195. Biomarkers in Risk Assessment: Validity and Validation (Environmental health criteria; 222) [Электронный ресурс] // WHO International Programme on Chemical Safety, 2001. – Режим доступа: <https://inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc222.htm> (дата обращения 28.01.2022).

196. Birth defect research for children [Электронный ресурс] // Formaldehyde: National birth defect Registry. – Режим доступа: <https://birthdefects.org/formaldehyde/> (дата обращения 18.03.2022).

197. Carpenter, D.O. Exposure to chemicals and radiation during childhood and risk for cancer later in life / D.O. Carpenter, S. Bushkin-Bedient // *J. Adolesc. Health*. – 2013. – Vol. 52, № 5. – P. 21-29.

198. Chernyaeva, V.A. Regional Environmental Features and Health Indicators Dynamics. Pollution of the Earth's Atmosphere and International Air Quality Standards / V.A. Chernyaeva, D.H. Wang // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2019. – 6 p.

199. Children's environmental health. Training modules and instructions for health care providers [Электронный ресурс]. – Geneva: United World Health Organization, 2017. – Режим доступа: <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/settings-populations/children/capacity-building/training-modules> (дата обращения 10.03.2022).

200. 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.

201. Climate change, air pollution, and allergic respiratory diseases: an update / A. Gennaro, V. Carolina, L. Maurizia [et al.] // *Allergy and Clinical Immunology*. – 2016. – Vol. 16(5). – P. 434-440.

202. Cohen, A.J. Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015 / A.J. Cohen, M. Brauer, R. Burnett // *Lancet*. 2017. – Vol. 389. – P. 1907-1918.

203. Cohen, M.D. Pulmonary Immunotoxicology of Select Metals: Aluminum, Arsenic, Cadmium, Chromium, Copper, Manganese, Nickel, Vanadium, and Zinc / M.D. Cohen // *Journal of Immunotoxicology*. – 2004. – Vol. 1, № 1. – P. 39-69.

204. Combined toxicity of heavy metal mixtures in liver cells / X. Lin, Y. Gu, Q. Zhou [et al.] // *J. Appl. Toxicol.* – 2016. – Vol. 36 (9). – P. 1163-1172.

205. Comparison of manganese oxide nanoparticles and manganese sulfate with regard to oxidative stress, uptake and apoptosis in alveolar epithelial cells / R. Frick, B. Müller-Edenborn, A. Schlicker, B. Rothen-Rutishauser // *Toxicol. Lett.* – 2011. – № 205. – P. 163-172.

206. 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.

207. Critical analysis of literature on low dose synergy for use in screening chemical mixtures for risk assessment / M. Embry, R. Hertzberg, S. Collie, D. Kopp // *Toxicologist*. – 2009. – Vol. 108 (1). – P. 117.

208. Diseases due to unhealthy environmental: as updated estimate of the global burden of diseases attributable to environmental determinants of health / J. Wolf, C. Corvalan, T. Neville [et al.] // *Journal of Public Health*. – 2017. – Vol. 39, № 3. – P. 464-475.

209. Diurnal variability of transportation noise exposure and cardiovascular mortality: A nationwide cohort study from Switzerland / H. Héritier, D. Vienneau, M. Foraster [et. al.] // *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. – 2018. – Vol. 221. – P. 556-563.

210. Economic cost of the health impact of air pollution in Europe: Clean air, health and wealth. – World Health Organization. – Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2015. – 54 p.

211. 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.

212. Effects of long-term exposure to traffic-related air pollution on respiratory and cardiovascular mortality in the Netherlands: the NLCS-AIR study / B. Brunekreef, R. Beelen, G. Hoek [et al.] // *Res. Rep. Health Eff. Inst.* – 2009. – № 139. – P. 5-71.

213. Effects of particulate and gaseous air pollution on cardiorespiratory hospitalizations / R.T. Burnett, M. Smith-Doiron, D. Stieb [et al.] // *Archives Environmental Health*. – 1999. – Vol. 54, № 2. – P. 130-139.

214. Effects of particulate matter (PM10, PM2.5 and PM1) on the cardiovascular system / G. Polichetti, S. Cocco, A. Spinali [et al.] // *Toxicology*. – 2009. – Vol. 261, № 1-2. – P. 1-8.

215. Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review [Электронный ресурс] / I. Manisalidis, E. Stavropoulou, A. Stavropoulos, E. Bezirtzoglou // *Environmental Health and Exposome*. – 2020. – Режим доступа: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2020.00014> (дата обращения 12.04.2022).

216. Environmental health indicators: development of a methodology for the who European region: Interim Report / European health21 targets 10, 19. – World Health Organization. – Copenhagen, 2000. – 111 p.

217. Environmental risk factors of pregnancy outcomes: a summary of recent meta-analyses of epidemiological studies / M.J. Nieuwenhuijsen, P. Dadvand, J. Grellier [et al.] // *Environ Health*. – 2013. – Vol. 15, № 12. – P. 6.

218. Environmental Triggers of Asthma. – Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), 2014 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://atsdr.cdc.gov/csem/csem.asp?csem=32&po=6> (дата обращения 25.04.2022).

219. Epidemiology and risk factors of urothelial bladder cancer / M. Burger, J.W. Catto, G. Dalbagni [et al.] // *Eur. Urol.* – 2013. – Vol. 63, № 2. – P. 234-241.

220. Evolution of WHO air quality guidelines: past, present and future. – Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2017. – 32 p.

221. Fahmy, O.G. Mutagenic properties of benzo(a)pyrene and its methylated derivatives in relation to the molecular mechanisms of hydrocarbon carcinogenesis / O.G. Fahmy, M.J. Fahmy // *Cancer Res.* – 1973. – Vol. 33(2). – P. 302-309.

222. First Global Conference on Air Pollution and Health, 30 October – 1 November 2018 [Электронный ресурс]. – Geneva: World Health Organization, 2018. – Режим доступа: <https://www.who.int/news-room/events/detail/2018/10/30/default-calendar/air-pollution-conference> (дата обращения 27.04.2022).

223. Framework for Assessing Health Impacts of Multiple Chemicals and Other Stressors [Электронный ресурс]. – Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). – Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, 2018. – Режим доступа: <https://www.atsdr.cdc.gov/interactionprofiles/ip-ga/ipga.pdf> (дата обращения: 04.05.2022).

224. Global Action Plan for the Prevention and Control of NCDs 2013-2020 [Электронный ресурс]. – World Health organization. – Режим доступа: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241506236> (дата обращения 27.04.2022).

225. Global Health Observatory – Data repository [Электронный ресурс]. – World Health organization, 2018. – Режим доступа: <https://wmich.edu/globalstudies/global-health-observatory> (дата обращения 28.03.2022).

226. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016 / E. Gakidou, A. Afshin, A.A. Abajobir [et al.] // *Lancet.* – 2017 – Vol. 9, № 390 – P. 1345-1422.

227. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study

2017 / J.D. Stanaway, A. Afshin, E. Gakidou [et al.] // *Lancet*. – 2018. – Vol. 10, № 392. – P. 1923-1994.

228. Godleski, J. *Relative Toxicity of Air Pollution Mixtures* / J. Godleski, P. Koutrakis. – Boston, 2015. – 23 p.

229. Hamaana, R.B. *Particulate Matter Air Pollution: Effects on the Cardiovascular System* [Электронный ресурс] / R.B. Hamaana, G.M. Mutlu // *Front. Endocrinol.* – 2018. – Режим доступа: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fendo.2018.00680> (дата обращения 25.04.2022).

230. *Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project Recommendations for concentration–response functions for cost–benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide.* – World Health Organization, 2013. – 60 p.

231. Heavy metal exposure has adverse effects on the growth and development of preschool children // X. Zeng, X. Xu, Q. Qin [et al.] // *Environ Geochem Health.* – 2019. – Vol. 41, № 1. – P. 309-321.

232. Heavy metals in PM_{2.5} and in blood, and children's respiratory symptoms and asthma from an e-waste recycling area / X. Zeng, X. Xu, X. Zheng [et al.] // *Environmental Pollution.* – 2016. – Vol. 210. – P. 346-353.

233. *Hydrofluoric Acid: Burns and systemic toxicity, protective measures, immediate and hospital medical treatment* / E. Bajraktarova-Valjakova, V. Korunoska-Stevkovska, S. Georgieva [et al.] // *Maced. J. Med. Sci.* – 2018. – Vol. 6, № 11. – P. 2257-2269.

234. *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.

235. *Impact of air pollution on respiratory diseases in children with recurrent wheezing or asthma* [Электронный ресурс] / S. Esposito, C. Galeone, M. Lelii [et al.] // *BMC Pulmonary Medicine.* – 2014. – № 14. – Режим доступа: <https://bmcpulmed.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2466-14-130> (дата обращения 20.04.2022).

236. Kim, K.-H. A review on the human health impact of airborne particulate matter / K.-H Kim, Kabir E., Kabir S. // *Environ Int.* – 2015. – № 74. – P. 136-143.

237. Kurt, O.K. Pulmonary health effects of air pollution / O.K. Kurt, J. Zhang, K.E. Pinkerton // *Curr. Opin. Pulm. Med.* – 2016. – № 22. – P. 138-143.

238. Kwong, Ch. Air pollution, heat and mortality in urban populations [Электронный ресурс] / Ch. Kwong // *Journal of Environmental Health.* – 2014. – Режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/262300832> (дата обращения 25.04.2022).

239. Long-term air pollution exposure and cardio-respiratory mortality: a review [Электронный ресурс] / G. Hoek, R.M. Krishnan, R. Beelen [et al.] // *Environmental Health.* – 2013. – Vol. 12(43). – Режим доступа: <https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1476-069X-12-43> (дата обращения 25.04.2022).

240. Long-term effects of ambient air pollution on lung function: a review / T. Götschi, J. Heinrich, J. Sunyer, N. Künzli // *Epidemiology.* – 2008. – Vol. 19, № 5. – P. 690-701.

241. 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.

242. Lucas, R.M. Association or Causation: evaluating links between «environment and disease» / R.M. Lucas, A.J. McMichael // *Bulletin of the World Health Organization: the International Journal of Public Health.* – 2005. – Vol. 83, № 10. – P. 792-795.

243. Matus, C.P. Impact of Particulate Matter (PM 2,5) and children's hospitalizations for respiratory diseases. A case cross-over study / C.P. Matus, G.M. Oyarzún // *Rev. Chil. Pediatr.* – 2019. – № 90(2). – P. 166-174.

244. May, I.V. Heavy metals in dust emissions from civil engineering and metallurgic enterprises: experience in qualitative and quantitative determination / I.V. May, S.Yu. Zagorodnov // *20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM, 2020.* – P. 169-176.

245. McGwin, Jr.G. Formaldehyde exposure and asthma in children: A systematic review / Jr.G. McGwin, J.I. Kennedy // *Environ. Health Perspect.* – 2010. – Vol. 118. – № 3. – P. 313-317.

246. Mölter, A. A multicentre study of air pollution exposure and childhood asthma prevalence: the ESCAPE project / A. Mölter, A. Simpson, D. Berdel // *Eur. Respir. J.* – 2015. – Vol. 45, № 3. – P. 610-624.

247. Mortality and burden of disease from ambient air pollution: Global Health Observatory (GHO) data [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.who.int/gho/phe/outdoor_air_pollution/burden/en/ (дата обращения 08.03.2022).

248. Mortality and morbidity due to exposure to ambient particulate matter / M. Miri, A. Alahabadi, M.H. Ehrampush [et al.] // *Ecotoxicology and Environmental Safety.* – 2018. – № 165. – P. 307-313.

249. Mumtaz, M.M. Mixtures and their risk assessment in toxicology / M.M. Mumtaz, H. Hansen, H.R. Pohl // *Met Ions Life Sci.* – 2011. – Vol. 8. – P. 61-80.

250. National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals: National Biomonitoring Program [Электронный ресурс] / Centers for Disease Control and Prevention, – 2019. – Режим доступа: <https://www.cdc.gov/exposurereport/> (дата обращения 26.04.2022).

251. Ngwa, H.A. Manganese nanoparticle activates mitochondrial dependent apoptotic signaling and autophagy in dopaminergic neuronal cells / H.A. Ngwa, G.Y. Kanthasamy, N.P. Fang // *Toxicol. Appl. Pharmacol.* – 2011. – Vol. 256. – P. 227-240.

252. Parvez, F. Impact of regional versus local resolution air quality modeling on particulate matter exposure health impact assessment / F. Parvez, K. Wagstrom // *Air Qual Atmos Health.* – 2020. – Vol. 13. – P. 271–279.

253. Pope, C.A. Daily mortality and PM10 pollution in Utah Valley / C.A. Pope, J. Shwartz, M.R. Ransom // *Arch. Environ. Health.* – 1992. – Vol. 47. – P. 211-217.

254. Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks [Электронный ресурс]. – World Health Or-

ganization, 2016. – Режим доступа: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565196> (дата обращения 20.04.2022).

255. Public health statement. Formaldehyde. Division of toxicology and Environmental Medicine. – Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). – U.S. Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services, 2008. – 12 p.

256. Quality health indices: Review [Электронный ресурс] / A. Gayer, Ł. Adamkiewicz, D. Mucha, A. Badyda // Fire and Environmental Safety Engineering: MATEC Web of Conferences. – Lviv, Ukraina, 2018. – Режим доступа: <http://www.doi.org/10.1051/matecconf/201824700002> (дата обращения 26.04.2022).

257. Risk assessment of combined exposure to multiple chemicals: A WHO/IPCS framework / M.E. Meek, A.R. Boobis, K.M. Crofton [et al.] [Электронный ресурс] // Regulatory Toxicology and Pharmacolog. – 2011. – Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21466831/> (дата обращения 27.04.2022).

258. Schiavoni, G. The dangerous liaison between pollens and pollution in respiratory allergy / G. Schiavoni, G. D'Amato, C. Afferni // Ann Allergy Asthma Immunol. – 2017. – Vol. 118. – P. 269-275.

259. Solomon, P.A. Introduction: special issue of air quality, atmosphere and health for air pollution and health: bridging the gap from sources-to-health outcomes / P.A. Solomon // Air Qual Atmos Health. – 2012. – Vol. 5. – P. 3-8.

260. Spatial analysis of annual air pollution exposure and mortality / A. Scoggins, T. Kjellstrom, G. Fisher [et al.] // Science of the Total Environment. – 2004. – Vol. 321, № 1-3. – P. 71-85.

261. State of Global Air 2019: Air pollution a significant risk factor worldwide [Электронный ресурс], 2019. – Режим доступа: <https://www.healtheffects.org/announcements/state-global-air-2019-air-pollution-significant-risk-factor-worldwide> (дата обращения 29.04.2022).

262. 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. – Режим доступа: <https://www.stateofglobalair.org/sites/default/files/soga-2018-report.pdf> (дата обращения 28.03.2022).

263. Stimulation of endothelial IL-8 (eIL-8) production and apoptosis by phenolic metabolites of benzene in HL-60 cells and human bone marrow endothelial cells / D. Bironaite, D. Siegel, J.L. Moran [et al.] // *Chem. Biol. Interact.* – 2004. – Vol. 149 (1). – P. 37-49.

264. Supplementary Guidance for Conducting Health Risk Assessment of Chemical Mixtures: Risk Assessment Forum. – Washington: U.S. Environmental Protection Agency, 2001. – 209 p.

265. 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.

266. The Lancet Commission on pollution and health / P.J. Landrigan, R. Fuller, N.J.R. Acosta [et al.] // *Lancet.* – 2018. – Vol. 3, № 391. – P. 462-512.

267. The respiratory health effects of nitrogen dioxide in children with asthma / J. Gillespie-Bennett, N. Pierse, K. Wickens [et al.] // *Eur. Respir. J.* – 2011. – № 38. – P. 303-309.

268. 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. – Режим доступа: <https://studylib.net/doc/18519811/toxicity-and-assessment-of-chemical-mixtures> (дата обращения 26.04.2022).

269. Toxicological profile for aluminum. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). U.S. Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. – Atlanta, GA, 2008. – 357 p.

270. Toxicological profile for fluorides, hydrogen fluoride, and fluorine manganese. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). U.S. Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. – Atlanta, GA, 2003. – 404 p.

271. Toxicological profile for formaldehyde. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). U.S. Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. – Atlanta, GA, 1999. – 468 p.

272. Toxicological profile for manganese. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). U.S. Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. – Atlanta, GA, 2012. – 556 p.

273. Toxicological profile for nickel. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). U.S. Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. – Atlanta, GA, 2005. – 351 p.

274. 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.

275. Wang, G. Roles of biomarkers in evaluating interactions among mixtures of lead, cadmium and arsenic / G. Wang, B.A. Fowler // Toxicol. Appl. Pharmacol. – 2008. – Vol. 233(1). – P. 92-99.

276. WHO Expert Meeting: Methods and tools for assessing the health risks of air pollution at local, national and international level. – World Health organization, 2014. – 112 p.

277. WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide [Электронный ресурс]. – World Health Organization, 2021. – Режим доступа: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228> (дата обращения 27.04.2022).

278. World Cancer: Report [Электронный ресурс] // IARC, 2014. – Режим доступа: https://www.iarc.fr/cards_page/world-cancer-report/ (дата обращения 01.02.2022).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Результаты сравнительного анализа клинических, иммунологических, биохимических, гематологических показателей у детей группы наблюдения и группы сравнения

Таблица А.1 – Структура заболеваний и функциональных расстройств обследованных детей, %

Группа наблюдения			Группа сравнения			Достоверность различий ($p \leq 0,05$)						
Класс болезней	Группа заболеваний	Нозология	Класс болезней	Группа заболеваний	Нозология	по классу заболеваний	по группе заболеваний	по нозологии				
1	2	3	4	5	6	7	8	9				
Заболевания органов дыхания (J00-J99) – 95,8	Заболевания аллергической природы – 13,8	Аллергический ринит (J30-J30.4) – 61,5	Заболевания органов дыхания – 55,3	Заболевания аллергической природы – 12,8	Аллергический ринит (J30-J30.4) – 100,0	0,00	0,95	0,04				
		Синдром гиперчувствительность верхних дыхательных путей к промышленным аллергенам (J68.2) – 30,8			Синдром гиперчувствительности верхних дыхательных путей к промышленным аллергенам (J68.2) – 0,0			0,03				
		Бронхиальная астма (J45) – 7,7			Бронхиальная астма (J45) – 0,0			0,05				
	Хронические заболевания с преобладанием лимфопролиферативных процессов – 18,5	Хронический тонзиллит (J35.8) – 42,9		Хронические заболевания с преобладанием лимфопролиферативных процессов – 25,5	Хронический тонзиллит (J35.8) – 25,0		Гипертрофия небных миндалин (J35.1) – 41,7	0,60	0,05	0,035		
		Хронический аденотонзиллит (J35) – 8,6			Хронический аденотонзиллит (J35) – 0,0					0,68		
		Хронический аденоидит (J35.2) – 14,3			Хронический аденоидит (J35.2) – 33,3					0,50		
	Хронические заболевания с преобладанием воспалительных процессов – 63,5	Гипертрофия небных миндалин (J35.1) – 34,3		Хронический назофарингит (J31.1) – 15,8	Хронические заболевания с преобладанием воспалительных процессов – 22,3		Хронический назофарингит (J31.1) – 0,0	0,01	0,05	0,77		
		Хронический ринит (J31.0) – 18,3									Хронический ринит (J31.0) – 10,0	0,83
		Хронический фарингит (J31.2) – 26,7									Хронический фарингит (J31.2) – 0,0	0,03
	Заболевания органов пищеварения (K00-K93) – 100,0	Функциональные расстройства – 98,9		Билиарная дисфункция (K82.8; K83.4) – 39,6	Заболевания органов пищеварения – 100,0		Функциональные расстройства – 97,8	Билиарная дисфункция (K82.8; K83.4) – 30,8	1,0	0,86	0,05	
Синдром функциональной диспепсии (K30) – 28,9			Синдром функциональной диспепсии (K30) – 43,5	0,04								
Гепатомегалия с явлениями реактивного гепатита (K75.2) – 15,5			Гепатомегалия с явлениями реактивного гепатита (K75.2) – 8,7	0,05								
Кариез (K02) – 18,7			Кариез (K02) – 13,0	0,73								

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9							
Заболевания органов пищеварения (K00-K93) – 100,0	Хронические заболевания с морфофункциональными нарушениями – 1,1	Хронический гастрит (K29) – 100,0		Хронические заболевания с морфофункциональными нарушениями – 2,2	Хронический гастрит (K29) – 100,0		0,94	1,0							
Инфекции и паразитарные инвазии (Z22.8, B65-B83, A07.1) – 21,2	Инфекционные заболевания – 0,0	Персистирование ВПГ, ЭБВ, ЦМВИ (Z22.8) – 0,0	Инфекции и паразитарные инвазии – 93,6	Инфекционные заболевания – 9,1	Персистирование ВПГ, ЭБВ, ЦМВИ (Z22.8) – 100,0	0,00	0,07	0,07							
	Паразитарные инвазии – 21,2	Гельминтозы (B65-B83) – 62,5		Паразитарные инвазии – 90,9	Гельминтозы (B65-B83) – 80,0		0,00	0,04							
Заболевания нервной системы (G00-G99, F00-F99) – 100,0	Функциональные расстройства ЦНС и ВНС – 92,6	Протозооз (A07.1) – 37,5	Заболевания нервной системы – 68,1	Функционал. расстройства ЦНС и ВНС – 96,9	Протозооз (A07.1) – 20,0	0,00	0,38	0,35							
		Астено-вегетативный синдром (G90.8) – 42,3			Астено-вегетативный синдром (G90.8) – 54,8				0,12						
		Синдром вегетативных дисфункций (F90) – 12,9			Синдром вегетативных дисфункций (F90) – 9,7					0,61					
		Астено-невротический синдром (F48) – 11,4			Астено-невротический синдром (F48) – 19,4						0,03				
		Синдром гиперактивности с дефицитом внимания (F89) – 17,5			Синдром гиперактивности с дефицитом внимания (F89) – 3,2							0,89			
		Энурез (F98) – 1,7			Энурез (F98) – 0 0,0								0,96		
		Дислалия (F93.8) – 12,0			Дислалия (F93.8) – 12,9									0,89	
		Диссомнии (G47) – 1,1			Диссомнии (G47) – 0,0										0,89
	Цефалгии (R51) – 1,1	Цефалгии (R51) – 0,0													
	Заболевания ЦНС на резидуально-органическом фоне – 7,4	Гидроцефал. синдром (F93.8) – 7,1		Гидроцефал синдром (F93.8) – 0,0	Заболевания ЦНС на резидуально-органическом фоне – 3,1		Гидроцефал синдром (F93.8) – 0,0	0,87	0,05						
		Эпилепсия (G40) – 7,1		Эпилепсия (G40) – 0,0			0,01								
		Миотонический синдром (G71.1) – 35,9		Миотонический синдром (G71.1) – 0,0						0,02					
		Задержка психо-моторного развития (F80-F89) – 28,5		Задержка психо-моторного развития (F80-F89) – 100,0							0,01				
		Нейросенсорная тугоухость (H90) – 14,3		Нейросенсорн. тугоухость (H90) – 0,0								0,08			
Логоневроз (F98.5) – 7,1		Логоневроз (F98.5) – 0,0													
Врожденные пороки развития (Q00-Q99) – 34,9	Аномалии развития – 90,0	МАР сердца (Q24) – 90,0	Аномалии и пороки развития – 40,4	Аномалии развития – 84,2	0,66	0,51		0,65							
		МАР почек (Q60-Q68) – 10,0		МАР почек (Q60-Q68) – 6,2			0,90								
	Пороки развития – 10,0	ВПП сердца (Q24) – 1,1		Пороки развития – 15,8					ВПП сердца (Q24) – 33,3	0,77			0,04		
		ВПП почек (Q60-Q68) – 50,0							ВПП почек (Q60-Q68) – 33,3		0,05				
		Генетически-детерминированный синдром – 0,0							Генетически-детерминированный синдром – 33,3			0,03			

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Заболевания опорно-двигательного аппарата (M21, M40-54, E34-68) и нарушения физического развития (E34-E64) – 100,0	Нарушение массо-ростовых показателей – 24,9	Дефицит массы тела (E44-E46) – 17,0	Заболевания опорно-двигательного аппарата и нарушения физического развития – 38,3	Нарушение массо-ростовых показателей – 55,6	Дефицит массы тела (E44-E46) – 50,0	0,00	0,044	0,05	
		Избыток массы тела (E67, E68) – 59,6			Избыток массы тела (E65-E68) – 30,0			0,03	
		Низкорослость (E34.3) – 2,1			Низкорослость (E34.3) – 10,0			0,76	
		Высокорослость (E34.4) – 21,3			Высокорослость (E34.4) – 10,0			0,04	
	Заболевания опорно-двигательного аппарата – 75,1	Нарушение осанки (M43) – 81,7		Нарушение осанки (M43) – 61,2	Заболевания опорно-двигательного аппарата – 44,4	Нарушение осанки (M43) – 61,2	0,051	0,051	0,04
		Плоско-вальгусные стопы (M21) – 9,1		Плоско-вальгусные стопы (M21) – 6,2		0,02			
		Остеопенический синдром (M89) – 2,9		Остеопенический синдром (M89) – 1,4		0,05			
		Сколиоз (M41) – 9,7		Сколиоз (M41) – 6,8		0,05			
Заболевания эндокринной системы (E00-E78) – 87,8	Заболевания щитовидной железы – 80,1	Аутоиммунный тиреоидит (E06.3) – 2,0	Заболевания эндокринной системы – 74,5	Заболевания щитовидной железы – 97,1	Аутоиммунный тиреоидит (E06.3) – 0,0	0,04	0,02	0,89	
		Эндемический зоб (E01.0) – 45,1			Эндемический зоб (E01.0) – 23,5			0,03	
		Диффузное увеличение щитов железы (E07) – 12,0			Диффузное увеличение щитов железы (E07) – 13,0			0,16	
		Гипотиреоз (E03) – 15,0			Гипотиреоз (E03) – 13,5			0,79	
		Очаговое образование щитовидной железы (E04) – 2,0			Очаговое образование щитовидной железы (E04) – 1,0			0,81	
	Нарушение обмена веществ – 19,9	Ожирение (E66) – 35,1		Нарушение обмена веществ – 2,9	Ожирение (E66) – 11,5			0,01	
	Дислипидемия (E78) – 21,2	Дислипидемия (E78) – 0,0		0,05	0,02				
Заболевания сердечно-сосудистой системы (I45-I49) – 15,3	Функциональные заболевания сердца – 100,0	Нарушение проводимости и ритма (I45-I49) – 100,0	Заболевания сердечно-сосудистой системы (I45-I49) – 15,3	Функциональные заболевания сердца – 100,0	Нарушение проводимости и ритма (I45-I49) – 4,3	0,05	1,0	1,0	
Заболевания кожи (L20-L30) – 3,2	Аллергические заболевания кожи – 100,0	Атопический дерматит (L20-L30) – 100,0	Заболевания кожи – 8,5	Аллергические заболевания кожи – 100,0	Атопический дерматит (L20-L30) – 100,0	0,71	1,0	1,0	
Заболевания крови и кровеносных органов (D50-D89) – 40,7	Заболевания крови – 5,2	Анемия (D50-D53) – 75,0	Заболевания крови и кровеносных органов – 61,7	Заболевания крови – 17,2	Анемия (D50-D53) – 80,0	0,05	0,04	0,88	
		Тромбоцитопатия (D69) – 0,0			Тромбоцитопатия (D69) – 20,0			0,04	
		Геморрагический васкулит (D69) – 25,0			Геморрагический васкулит (D69) – 0,0			0,02	
	Приобретенные заболевания иммунной системы – 94,8	Общий переменный иммунодефицит неуточненный (D84) – 100,0		Приобретенные заболевания иммунной системы – 82,8	ВИДС (D84) – 100,0			0,06	1,0

Таблица А.2 – Сравнительный анализ иммунологических показателей у детей группы наблюдения и группы сравнения

Вид анализа	Показатель	Группа наблюдения			Группа сравнения			Анализ частот по отношению к группе сравнения, %		Межгрупповое различие (p≤0,05)	
		Среднее значение (M±m)	Частота регистрации проб с отклонением от физ. нормы, %		Среднее значение (M±m)	Частота регистрации проб с отклонением от физ. нормы, %		выше	ниже	по средним	по кратностям превышения группы сравнения
			выше	ниже		выше	ниже				
Иммунологический анализ крови	Вах, %	5,033±1,912	15,4	73,1	6,867±1,348	25,0	37,5	15,4	73,1	0,021	0,060
	Bcl-2, %	0,705±0,241	11,5	73,1	0,857±0,227	12,5	52,5	26,9	61,5	0,041	0,454
	CD127-лимфоциты, абс., 10 ⁹ /дм ³	0,049±0,011	50,0	7,1	0,042±0,013	39,1	8,7	32,1	32,1	0,412	0,412
	CD127-лимфоциты, отн., %	1,982±0,5	57,1	10,7	1,442±0,39	54,2	25,0	50,0	28,6	0,095	0,087
	CD16+56+-лимфоциты, абс., 10 ⁹ /дм ³	0,35±0,045	3,6	0,0	0,298±0,079	4,3	4,3	35,7	7,1	0,254	0,920
	CD16+56+-лимфоциты, отн., %	14,14±1,701	0,0	0,0	10,79±2,776	0,0	12,5	60,7	10,7	0,042	0,097
	CD19+-лимфоциты, абс., 10 ⁹ /дм ³	0,397±0,064	3,6	0,0	0,45±0,072	13,0	0,0	14,3	46,4	0,267	0,772
	CD19+-лимфоциты, отн., %	15,21±1,35	0,0	0,0	15,625±1,92	4,2	0,0	21,4	32,1	0,722	0,320
	CD3+-лимфоциты, абс., 10 ⁹ /дм ³	1,683±0,149	0,0	0,0	2,037±0,263	13,0	0,0	10,7	57,1	0,022	0,086
	CD3+-лимфоциты, отн., %	66,57±2,2	0,0	0,0	68,625±2,82	0,0	4,2	25,0	46,4	0,255	0,322
	CD3+CD25+-лимфоциты, абс., 10 ⁹ /дм ³	0,157±0,023	0,0	14,3	0,125±0,017	0,0	34,8	50,0	32,1	0,034	0,121
	CD3+CD25+-лимфоциты, отн., %	6,214±0,726	0,0	17,9	4,25±0,613	0,0	62,5	82,1	3,6	0,000	0,001
	CD3+CD4+-лимфоциты, абс., 10 ⁹ /дм ³	0,904±0,11	3,6	0,0	1,131±0,175	13,0	0,0	3,6	60,7	0,033	0,254
	CD3+CD4+-лимфоциты, отн., %	35,75±2,95	0,0	25,0	38±3,199	0,0	20,8	28,6	46,4	0,297	0,539
	CD3+CD8+-лимфоциты, абс., 10 ⁹ /дм ³	0,66±0,07	0,0	0,0	0,708±0,103	8,7	0,0	14,3	42,9	0,436	0,159
	CD3+CD8+-лимфоциты, отн., %	25,92±1,492	0,0	0,0	24,08±2,65	0,0	0,0	46,4	10,7	0,229	-
	CD3+CD95+-лимфоциты, абс., 10 ⁹ /дм ³	0,331±0,033	0,0	75,0	0,402±0,071	4,3	56,5	3,6	53,6	0,05	0,199
	CD3+CD95+-лимфоциты, отн., %	13,21±1,003	0,0	67,9	13,83±2,575	4,2	70,8	7,1	28,6	0,646	0,741
	CD4+/CD8+, у.е.	1,41±0,152	0,0	3,6	1,743±0,316	0,0	0,0	7,1	64,3	0,058	0,320
	IgG, г/дм ³	14,96±0,356	30,2	5,8	14,92±0,672	35,6	2,2	37,0	32,3	0,916	0,698
	IgM, г/дм ³	2,082±0,185	28,6	19,0	1,889±0,262	26,7	17,8	29,1	40,2	0,244	0,251
	IgA, г/дм ³	1,926±0,095	32,3	10,6	1,702±0,158	13,3	15,6	51,9	28,6	0,016	0,035
	TNFR, %	1,395±0,652	28,0	52,0	0,723±0,354	8,3	79,2	40,0	28,0	0,074	0,064
	Абсолютный фагоцитоз, 10 ⁹ /дм ³	1,111±0,103	1,1	41,9	1,612±0,294	7,3	29,3	6,5	71,0	0,002	0,020
	Процент фагоцитоза, %	34,479±2,20	2,1	56,4	42,46±4,345	11,6	32,6	17,0	69,1	0,002	0,006
	Фагоцитарное число, у.е.	0,685±0,055	5,3	74,5	0,913±0,144	16,3	46,5	11,7	72,3	0,003	0,002
Фагоцитарный индекс, у.е.	1,958±0,061	36,2	3,2	2,058±0,123	46,5	4,7	19,1	51,1	0,153	0,199	
Иммуноферментный анализ крови	Ampli-sRANKL, пг/см ³	6,377±1,607	0,0	40,0	7,807±2,451	25,0	25,0	0,0	40,0	0,029	0,891
	IgE общий, МЕ/см ³	138,81±35,5	33,3	0,0	115,07±87,11	17,3	0,0	17,5	63,5	0,009	0,775
	IgE спец. к формальдегиду, МЕ/см ³	0,119±0,023	25,0	0,0	0,071±0,029	3,5	0,0	42,3	44,4	0,011	-
	IgG к алюминию, у.е.	0,138±0,025	42,3	0,0	0,089±0,031	24,4	0,0	34,4	50,3	0,045	0,008
	Антитела к ТПО, МЕ//см ³	2,253±0,343	0,0	0,0	3,212±2,35	2,3	0,0	3,7	16,9	0,430	0,317
	Кортизол, нмоль/см ³	271,59±26,1	5,8	31,2	213,27±43,35	6,8	11,4	15,2	49,2	0,013	0,498
	Остеопротегерин (ИФАК), пг/см ³	78,32±8,33	81,8	0,0	60,63±5,57	55,0	0,0	45,5	18,2	0,050	0,332
	Пепсиноген I, мкг/дм ³	71,57±2,607	0,0	0,0	83,14±5,586	4,5	0,0	11,1	70,1	0,000	0,233
	Пепсиноген II, мкг/дм ³	18,84±1,55	25,6	0,0	21,09±4,28	20,5	0,0	17,9	54,7	0,322	0,268
	Серотонин, нг/см ³	151,97±12,27	0,0	64,0	250,50±31,70	3,6	0,0	4,4	8,1	0,000	0,014
	T4 свободный, пмоль/дм ³	14,405±0,196	0,0	0,0	14,051±0,534	0,0	0,0	41,8	27,0	0,225	-
	ТТГ, мкМЕ/см ³	3,236±0,218	25,4	0,5	2,723±0,377	13,6	0,0	47,6	30,2	0,023	0,097

Таблица А.3 – Параметры моделей зависимости «маркер экспозиции – показатель ответа» для детей группы наблюдения

Маркер экспозиции	Маркер эффекта	Направление изменения маркера эффекта	Параметры модели		Критерий Фишера (F)	Достоверность различий ($p \leq 0,05$)	Коэффициент детерминации (R^2)
			b_0	b_1			
1	2	3	4	5	6	7	8
Алюминий (моча)	8-гидрокси-2-деоксигуанозин	Повышение	-12,535±11,07	220,05±3546,72	13,654	0,010	0,602
	Глутаминовая кислота		-2,625±0,005	23,939±4,741	120,892	0,0001	0,548
	Супероксиддисмутаза		-2,491±0,006	14,123±6,665	29,924	0,0001	0,201
	IgA		-1,54±0,013	23,992±14,65	39,289	0,000	0,241
	ТТГ		-0,907±0,016	23,831±25,074	22,650	0,000	0,244
	CD3+CD95+-лимфоциты, абс.	Понижение	-1,619±0,003	8,202±3,227	20,850	0,000	0,152
	Антиоксидантная активность		-0,739±0,006	21,834±6,385	74,663	0,0001	0,376
	Вах		-0,673±0,009	43,051±17,824	103,980	0,000	0,591
	Абсолютный фагоцитоз		-1,04±0,006	19,685±6,606	58,662	0,000	0,321
	Процент фагоцитоза		-0,687±0,009	24,198±9,593	61,034	0,000	0,329
	Фагоцитарное число		-0,072±0,008	33,477±8,86	126,494	0,000	0,506
	Серотонин		-2,945±0,075	162,585±745,35	35,465	0,000	0,276
	Антиоксидантная активность		-0,425±0,006	127,30±2498,18	6,487	0,016	0,147
Бензол (кровь)	Супероксиддисмутаза	-3,244±0,003	563,25±1474,81	215,114	0,0001	0,642	
	IgA	-2,494±0,001	805,253±238,95	2713,65	0,000	0,555	
	Гидроперекиси липидов	-22,286±4,017	1339,49±16677,3	107,586	0,0001	0,956	
Марганец (кровь)	Глутаминовая кислота	Повышение	-2,614±0,038	63,24±337,104	11,865	0,002	0,193
	Индекс эозинофилии		-2,831±0,03	81,489±274,67	24,176	0,0001	0,163
	Супероксиддисмутаза		-3,257±0,029	111,452±62,39	47,343	0,0001	0,275
	Ретикулоциты		-5,071±0,657	174,67±3588,36	8,503	0,015	0,396
	IgA		-2,211±0,009	136,268±84,91	218,66	0,000	0,626
	Антиоксидантная активность	Понижение	-0,373±0,022	28,285±197,88	4,043	0,048	0,130
	НЖСС		-2,569±0,028	128,89±243,73	68,168	0,0001	0,346
	Вах		-2,391±0,063	229,40±593,53	88,666	0,000	0,437
	Vcl-2		-1,98±0,083	266,02±791,564	89,401	0,000	0,453
	Серотонин		-0,296±0,001	90,639±469,779	17,488	0,000	0,134
	Процент фагоцитоза	Понижение	-0,819±0,016	78,802±145,051	42,811	0,000	0,251
	Фагоцитарное число		-1,178±0,011	179,726±99,209	325,59	0,000	0,721
	Фагоцитарный индекс		-4,141±0,016	118,935±175,653	80,532	0,000	0,496
	ТТГ		-2,256±0,031	74,038±279,752	19,595	0,000	0,130
	Кортизол		-0,390±0,022	132,16±295,60	62,754	0,0001	0,360
Никель (кровь)	8-гидрокси-2-деоксигуанозин	Повышение	-3,242±0,001	493,152±352,17	690,57	0,0001	0,869
	Гидроперекиси липидов		-5,34±0,043	945,76±7789,48	114,83	0,0001	0,870
	Глутаминовая кислота		-2,521±0,001	278,79±598,44	129,88	0,0001	0,530
	Индекс эозинофилии		-2,301±0,001	138,99±234,18	82,495	0,0001	0,410
	IgA		-1,12±0,001	173,54±220,85	136,36	0,000	0,536
	ТТГ	-1,686±0,002	237,023±530,732	105,85	0,000	0,475	
	IgE общий	-1,606±0,013	115,781±114,387	117,19	0,000	0,480	
	Супероксиддисмутаза	-2,232±0,001	97,09±151,58	62,191	0,0001	0,345	
	Антиоксидантная активность	Понижение	-0,394±0,001	134,56±293,70	61,653	0,0001	0,340
	Вах		-0,363±0,002	387,93±1122,99	134,01	0,000	0,561

Продолжение таблицы А.3

1	2	3	4	5	6	7	8	
Никель (кровь)	Абсолютный фагоцитоз	Понижение	-0,636±0,01	74,569±121,704	45,690	0,000	0,276	
	Ampli-sRANKL		-1,168±0,001	470,34±1095,54	201,92	0,000	0,674	
О-ксилол (кровь)	Антиоксидантная активность	Повышение	-0,317±0,002	31,003±164,59	5,840	0,021	0,144	
	Супероксиддисмутаза		-2,755±0,004	55,487±360,65	8,537	0,004	0,163	
	IgA		-1,639±0,001	133,474±51,664	344,831	0,000	0,731	
	Общий билирубин		-2,121±0,007	10,784±15,654	7,429	0,014	0,229	
П-, м-ксилол (кровь)	Прямой билирубин	Понижение	-2,945±0,075	162,585±745,357	35,465	0,000	0,276	
	Антиоксидантная активность		Повышение	-0,355±0,021	416,07±400,40	432,35	0,0001	0,764
	IgA			-1,473±0,001	475,75±2083,883	108,614	0,000	0,449
Фенол (кровь)	ТГГ	Понижение	-1,163±0,0234	86,313±155,212	47,998	0,000	0,265	
	Антиоксидантная активность		-0,565±0,022	8,03±11,633	5,544	0,021	0,144	
	Глутатионпероксидаза		-5,474±0,017	47,27±5,214	428,523	0,0001	0,941	
	Процент фагоцитоза		-1,438±0,047	21,179±34,598	12,965	0,002	0,119	
	Фагоцитарный индекс		-2,776±0,005	21,92±4,647	103,405	0,000	0,692	
	Вах		-1,215±0,043	36,039±60,776	21,370	0,000	0,327	
	Супероксиддисмутаза		-3,514±0,029	25,26±14,096	45,266	0,0001	0,334	
	АСАТ		-3,403±0,217	188,05±1897,90	18,634	0,000	0,180	
	8-гидрокси-2-деоксигуанозин		-3,252±0,066	107,19±247,03	46,514	0,0001	0,429	
	Лимфоциты		-2,028±0,021	62,19±73,998	52,267	0,0001	0,343	
Формальдегид (кровь)	Супероксиддисмутаза	Понижение	-2,923±0,006	15,751±15,094	16,438	0,0001	0,123	
	Эозинофилы		-2,146±0,007	51,798±25,329	105,929	0,0001	0,511	
	Эозиноф.-лимфоцит.индекс		-0,473±0,011	63,658±41,835	96,864	0,0001	0,487	
	Антиоксидантная активность		-0,419±0,002	13,594±3,612	51,155	0,0001	0,288	
Фторид-ион (моча)	Вах	Понижение	-2,442±0,12	127,942±548,42	29,848	0,000	0,440	
	8-гидрокси-2-деоксигуанозин		-2,243±0,039	1,931±0,175	21,311	0,0001	0,188	
	Гидроперекиси липидов		-3,965±0,023	2,428±0,056	106,156	0,0001	0,774	
	С-концевые телопептиды		-3,154±0,009	2,372±0,032	177,410	0,0001	0,588	
	CD16+56+-лимфоциты, абс.		-3,16±0,029	2,456±0,125	48,413	0,000	0,524	
	IgA		-1,867±0,009	1,843±0,031	111,162	0,000	0,368	
	Абсолютный фагоцитоз		-1,55±0,012	2,43±0,047	124,378	0,000	0,421	
Хром (кровь)	Остеокальцин	Понижение	0,515±0,006	33,525±13,279	84,642	0,000	0,471	
	Супероксиддисмутаза		-2,794±0,01	261,50±1552,70	44,042	0,0001	0,319	
	Индекс эозинофилии		-2,7±0,01	1,923±0,034	107,455	0,0001	0,362	
	Антиоксидантная активность		-0,354±0,012	85,292±1685,43	4,316	0,048	0,137	
	Абсолютный фагоцитоз		-1,044±0,01	219,518±1420,30	33,928	0,000	0,232	
	Процент фагоцитоза		-0,509±0,006	179,41±845,862	38,054	0,000	0,252	
	Фагоцитарный индекс		-3,163±0,001	131,69±276,84	62,650	0,000	0,503	
	Ampli-sRANKL		-2,448±0,032	2138,52±63703,8	71,790	0,000	0,686	
	Вах		-0,382±0,012	197,79±2934,70	13,332	0,002	0,177	
	CD16+56+-лимфоциты, абс.		-3,197±0,005	1050,23±7006,90	157,416	0,000	0,823	
	IgE общий		-0,749±0,002	96,868±251,172	37,359	0,000	0,248	
	IgA		-2,489±0,004	617,62±582,17	655,232	0,000	0,854	
ТГГ	Остеопротегерин	Повышение	-0,589±0,017	2422,65±47115,0	124,573	0,000	0,817	
	ТГГ		-1,926±0,009	169,18±1557,59	18,377	0,000	0,158	

Таблица А.4 – Сравнительный анализ биохимических, гематологических и цитологических показателей у детей группы наблюдения и группы сравнения

Вид анализа	Показатель	Группа наблюдения			Группа сравнения			Анализ частот по отношению к группе сравнения, %		Межгрупповое различие (p<0,05)	
		Среднее значение (M±m)	Частота регистрации проб с отклонением от физ. нормы, %		Среднее значение (M±m)	Частота регистрации проб с отклонением от физ. нормы, %				по средним	по кратностям превышения группы сравнения
			выше	ниже		выше	ниже	9	10		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Назал. секрет	Индекс эозинофилии, %	8,67±2,27	19,9	0,0	3,91±2,07	13,3	0,0	30,6	46,2	0,003	0,002
Общий анализ крови	Гемоглобин, г/дм ³	132,76±1,37	14,0	0,0	132,05±2,36	9,3	2,3	39,8	31,2	0,600	0,205
	Эритроциты, 10 ¹² /дм ³	4,32±0,05	0,0	2,2	4,19±0,08	0,0	18,6	59,1	23,7	0,008	0,012
	Цветной показатель, пг	30,45±0,22	18,3	0,0	31,12±0,40	27,9	0,0	17,2	51,6	0,008	0,353
	Лейкоциты, 10 ⁹ /дм ³	5,75±0,29	18,3	28,0	6,69±0,65	34,9	20,9	12,9	67,7	0,011	0,012
	СОЭ, мм/час	4,61±0,61	3,2	0,0	3,95±0,51	0,0	0,0	44,1	39,8	0,108	0,225
	Эозинофилы, %	3,14±0,63	29,0	0,0	2,10±0,43	17,9	0,0	39,8	33,3	0,010	0,006
	Абсолютное число эозинофилов, 10 ⁹ /дм ³	184,87±40,47	14,0	59,1	119,03±24,24	0,0	75,0	43,0	40,9	0,008	0,075
	Палочкоядерные нейтрофилы, %	1,15±0,08	0,0	0,0	1,16±0,33	2,3	0,0	14,0	0,0	0,943	0,317
	Сегментоядерные нейтрофилы, %	43,32±1,97	16,1	67,7	43,98±2,97	18,6	60,5	37,6	49,5	0,717	0,511
	Лимфоциты, %	44,60±1,57	60,2	16,1	37,11±2,66	31,6	57,9	72,0	8,6	0,0001	0,0001
	Моноциты, %	7,65±0,38	80,6	0,0	8,56±3,96	62,8	9,3	0,0	1,1	0,645	0,541
	Базофилы, %	0,09±0,007	1,1	0,0	0,02±0,004	0,0	0,0	6,5	0,0	0,179	0,318
	Плазматические клетки, %	0,011±0,002	1,1	0,0	0±0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,320	0,320
	Ретикулоциты, %	0,41±0,02	8,1	0,0	0,27±0,03	0,0	0,0	63,4	36,6	0,031	0,318
	Тромбоциты, 10 ⁹ /дм ³	314,30±11,98	46,2	1,1	326,67±18,29	48,8	0,0	26,9	44,1	0,271	0,300
	Эозинофильно-лимфоцит. индекс, у.е.	0,063±0,013	69,9	2,2	0,022±0,002	22,2	0,0	69,9	30,1	0,0001	0,0001
	Гематокрит (НСТ), %	32,45±0,41	0,0	14,0	31,56±0,62	0,0	25,6	43,0	14,0	0,020	0,027
Анизоцитоз, усл. ед.	0,0±0,0	0,0	0,0	0,023±0,005	2,3	0,0	0,0	0,0	0,320	0,318	
Биохимический анализ крови	АЛАТ, Е/дм ³	12,46±0,54	0,0	0,5	11,87±0,87	0,0	0,0	39,0	34,2	0,260	0,317
	АСАТ, Е/дм ³	30,23±1,18	10,7	0,0	26,79±1,14	0,0	0,0	64,7	25,0	0,026	0,832
	Альбумины, г/дм ³	44,51±0,56	1,1	0,0	44,53±0,80	0,0	0,0	32,6	34,2	0,966	0,164
	АпоВ/АпоА1, г/дм ³	0,41±0,03	12,2	81,5	0,34±0,03	6,0	95,6	54,3	26,1	0,007	0,010
	Аполипопротеин А1, г/дм ³	1,87±0,09	46,7	0,0	2,04±0,14	70,5	0,0	28,9	65,6	0,086	0,088
	Аполипопротеин В-100, г/дм ³	0,73±0,04	2,2	9,8	0,65±0,04	0,0	8,9	50,0	29,3	0,020	0,954

Продолжение таблицы А.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Биохимический анализ крови	Билирубин общий, мкмоль/дм ³	9,76±0,69	15,5	0,0	6,49±1,21	2,2	0,0	60,4	9,1	0,0001	0,468
	Билирубин прямой, мкмоль/дм ³	2,74±0,17	11,2	0,0	2,13±0,32	4,4	0,0	49,2	21,9	0,002	0,641
	Глюкоза, ммоль/дм ³	5,02±0,59	2,7	0,5	4,64±0,14	4,4	0,0	37,4	46,0	0,240	0,164
	Железо, мкмоль/дм ³	13,94±1,09	1,1	4,3	13,95±1,50	0,0	6,7	33,3	46,2	0,992	0,271
	Ионизированный Са, ммоль/дм ³	1,17±0,01	92,9	0,0	1,13±0,02	63,4	2,4	76,2	9,5	0,0001	0,0001
	Креатинин, мкмоль/дм ³	58,40±1,49	0,5	0,0	55,74±1,49	0,0	0,0	51,1	34,8	0,080	0,317
	Магний, ммоль/дм ³	0,88±0,01	1,1	3,3	0,83±0,017	0,0	26,7	76,1	8,7	0,0001	0,006
	Мочевая кислота, мкмоль/дм ³	231,96±8,53	4,3	4,3	225,31±17,28	2,2	2,2	39,0	31,6	0,501	0,379
	НЖСС, мкмоль/дм ³	34,81±1,59	9,3	25,3	40,43±2,18	14,3	0,0	21,3	60,0	0,009	0,003
	ОЖСС, мкмоль/дм ³	51,04±1,21	0,0	25,3	52,83±2,23	0,0	31,4	17,3	44,0	0,163	0,496
	Общий белок, г/дм ³	71,89±0,67	2,2	0,0	71,09±1,02	0,0	0,0	44,3	37,8	0,196	0,079
	СРБ высокочувствительный, мг/дм ³	2,19±0,06	4,5	0,0	2,26±0,17	2,2	0,0	16,9	48,9	0,501	0,504
	Фосфор, ммоль/дм ³	1,52±0,05	1,1	7,6	1,64±0,053	0,0	0,0	17,4	66,3	0,001	0,033
	Холестерин общий, ммоль/дм ³	4,41±0,17	10,5	5,3	4,35±0,20	4,4	0,0	36,8	36,8	0,671	0,874
	Антиоксидантная активность, %	36,38±0,81	33,9	51,1	38,36±1,49	45,5	36,4	27,4	56,5	0,024	0,012
	Малоновый диальдегид, мкмоль/дм ³	3,08±0,11	71,5	0,0	2,68±0,15	55,6	0,0	52,7	28,5	0,0001	0,0001
Йод (моча), мкг/100 см ³	9,60±1,09	0,0	53,1	10,19±2,59	0,0	53,8	24,5	30,6	0,653	0,901	
Иммуноферментный анализ крови	N-остеокальцин, нг/мл	15,17±1,52	0,0	92,9	18,09±1,91	0,0	97,6	23,8	60,7	0,021	0,014
	Гамма-аминомасляная кислота, мкмоль/дм ³	0,11±0,02	0,0	55,3	0,14±0,02	0,0	12,5	32,3	60,0	0,044	0,287
	Гидроперокси липидов, мкмоль/дм ³	215,08±17,0	1,8	0,0	98,12±11,10	0,0	0,0	91,1	5,4	0,0001	0,314
	Глутаминовая кислота, мкмоль/дм ³	101,48±8,65	35,4	26,1	85,43±5,72	2,3	46,5	62,3	24,6	0,003	0,207
	Глутатионпероксидаза, нг/см ³	38,89±2,47	8,1	1,8	42,25±1,58	0,0	0,0	19,8	68,5	0,029	0,150
	Гомоцистеин, мкмоль/дм ³	10,07±0,65	8,8	0,0	10,36±0,71	2,3	0,0	37,5	47,5	0,555	0,135
	Оксид азота, мкмоль/дм ³	63,20±6,86	3,4	8,6	62,98±7,81	0,0	8,3	32,8	53,4	0,966	0,448
	Пролактин, мМЕ/дм ³	211,53±42,34	0,0	0,0	159,38±36,74	0,0	9,1	36,2	34,0	0,069	0,140
	C-концевые телопептиды, нг/см ³	1,89±0,17	16,7	0,0	1,66±0,08	0,0	0,0	51,2	38,1	0,014	0,097
	Супероксиддисмутаза, нг/см ³	65,02±5,18	12,8	27,9	55,90±7,48	2,3	34,9	38,4	34,3	0,046	0,016
	Тартрат-резистентная кислая фосфатаза, Е/дм ³	6,66±0,36	97,6	0,0	5,92±0,33	100,0	0,0	58,3	21,4	0,003	0,002
Бета-2 микроглобулин, нг/см ³	1,72±0,19	5,0	0,0	0,93±0,07	0,0	0,0	90,0	5,0	0,0001	0,262	
ИФА мочи	8-гидрокси-2-деоксигуанозин, нг/см ³	205,85±45,79	16,3	18,4	119,78±38,84	0,0	41,7	44,9	16,3	0,004	0,020

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Результаты сравнительного анализа клинических, иммунологических, биохимических, гематологических показателей у взрослых группы наблюдения и группы сравнения

Таблица Б.1 – Результаты иммунологического обследования взрослых группы наблюдения и группы сравнения

Вид анализа	Показатель	Группа наблюдения			Группа сравнения			Анализ частот по отношению к группе сравнения, %		Межгрупповое различие ($p \leq 0,05$)	
		Среднее значение (M \pm m)	Частота регистрации проб с отклонением от физ. нормы, %		Среднее значение (M \pm m)	Частота регистрации проб с отклонением от физ. нормы, %		выше	ниже	по средним	по кратностям превышения нормы
			выше	ниже		выше	ниже				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Иммунологический анализ крови	Вах, %	6,898 \pm 2,531	30,8	38,5	5,078 \pm 1,722	7,1	57,1	46,2	15,4	0,220	0,242
	Vcl-2, %	1,689 \pm 0,626	47,4	42,1	1,017 \pm 0,427	14,3	71,4	47,4	21,1	0,075	0,128
	CD127-лимфоциты, абс., $10^9/\text{дм}^3$	0,042 \pm 0,018	35,0	25,0	0,043 \pm 0,026	42,9	14,3	20,0	25,0	0,992	0,985
	CD127-лимфоциты, отн., %	1,911 \pm 0,822	45,0	25,0	1,704 \pm 0,711	71,4	28,6	20,0	45,0	0,693	0,594
	CD16+56+-лимфоциты, абс., $10^9/\text{дм}^3$	0,269 \pm 0,035	0,0	0,0	0,293 \pm 0,081	0,0	7,1	14,3	28,6	0,581	0,321
	CD16+56+-лимфоциты, отн., %	12,107 \pm 1,483	0,0	3,6	12,929 \pm 2,842	0,0	7,1	25,0	39,3	0,590	0,996
	CD19+-лимфоциты, абс., $10^9/\text{дм}^3$	0,244 \pm 0,034	0,0	0,0	0,252 \pm 0,068	0,0	7,1	21,4	35,7	0,818	0,323
	CD19+-лимфоциты, отн., %	10,643 \pm 1,133	0,0	0,0	11,143 \pm 1,866	0,0	7,1	14,3	42,9	0,628	0,323
	CD3+-лимфоциты, абс., $10^9/\text{дм}^3$	1,726 \pm 0,185	7,1	0,0	1,606 \pm 0,284	7,1	0,0	35,7	17,9	0,469	0,654
	CD3+-лимфоциты, отн., %	74,643 \pm 1,573	0,0	0,0	72 \pm 2,491	0,0	0,0	57,1	7,1	0,068	-
	CD3+CD25+-лимфоциты, абс., $10^9/\text{дм}^3$	0,128 \pm 0,027	0,0	90,0	0,113 \pm 0,041	0,0	85,7	20,0	10,0	0,538	0,271
	CD3+CD25+-лимфоциты, отн., %	5,55 \pm 1,001	0,0	100,0	5,143 \pm 1,677	0,0	92,9	20,0	5,0	0,659	0,659
	CD3+CD4+-лимфоциты, абс., $10^9/\text{дм}^3$	1,047 \pm 0,137	3,6	3,6	0,975 \pm 0,159	7,1	0,0	42,9	28,6	0,486	0,424
	CD3+CD4+-лимфоциты, отн., %	44,714 \pm 3,273	0,0	3,6	44,429 \pm 3,41	0,0	0,0	39,3	28,6	0,901	0,321
	CD3+CD8+-лимфоциты, абс., $10^9/\text{дм}^3$	0,604 \pm 0,073	0,0	0,0	0,543 \pm 0,122	0,0	0,0	35,7	14,3	0,368	-
	CD3+CD8+-лимфоциты, отн., %	26,607 \pm 2,538	0,0	0,0	23,857 \pm 2,688	0,0	0,0	57,1	25,0	0,129	-
	CD3+CD95+-лимфоциты, абс., $10^9/\text{дм}^3$	0,259 \pm 0,032	0,0	100,0	0,285 \pm 0,055	0,0	100,0	10,0	35,0	0,390	0,390
	CD3+CD95+-лимфоциты, отн., %	11,35 \pm 1,098	0,0	100,0	13,143 \pm 2,33	0,0	100,0	0,0	25,0	0,146	0,146
	CD4+/CD8+-лимфоциты, у.е.	1,855 \pm 0,289	0,0	3,6	1,973 \pm 0,38	0,0	0,0	32,1	42,9	0,605	0,321
	IgG, г/дм ³	15,54 \pm 0,503	14,6	1,1	16,229 \pm 1,077	27,3	0,0	21,3	46,1	0,249	0,517
IgM, г/дм ³	2,877 \pm 0,405	43,8	5,6	2,454 \pm 0,546	45,5	9,1	33,7	41,6	0,219	0,074	
IgA, г/дм ³	2,722 \pm 0,157	39,3	1,1	2,475 \pm 0,403	18,2	0,0	47,2	24,7	0,050	0,901	

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Иммунологич. анализ крови	TNFR, %	0,702±0,133	5,6	88,9	1,021±0,353	14,3	42,9	5,6	72,2	0,025	0,260
	p53, %	1,425±0,605	26,3	57,9	2,353±0,677	71,4	14,3	10,5	68,4	0,041	0,049
	Абсолютный фагоцитоз, 10 ⁹ /дм ³	1,810±0,263	8,7	15,2	2,263±0,74	14,3	4,8	8,7	41,3	0,026	0,277
	Процент фагоцитоза, %	43,261±3,546	8,7	19,6	45,905±6,184	19,0	13,8	19,6	41,3	0,458	0,672
	Фагоцитарное число, у.е.	0,922±0,105	17,4	39,1	0,981±0,177	28,6	33,3	21,7	39,1	0,565	0,977
	Фагоцитарный индекс, у.е.	2,124±0,114	52,2	0,0	2,102±0,166	61,9	9,5	28,3	41,3	0,829	0,756
Иммуноферментный анализ крови	Ampli-sRANKL, пг/см ³	4,71±0,959	0,0	85,7	5,35±4,043	0,0	56,7	0,0	0,0	0,006	0,398
	CA-125, единиц/см ³	7,404±1,294	1,2	0,0	7,168±1,473	0,0	0,0	25,9	48,2	0,813	0,318
	CA-19-9, единиц/см ³	5,824±1,383	0,0	0,0	7,103±7,716	4,5	0,0	6,4	0,0	0,741	0,321
	Ca-153, единиц/см ³	9,975±1,376	1,2	0,0	14,009±2,641	0,0	0,0	8,2	74,1	0,008	0,320
	IgE общий, МЕ/см ³	56,925±20,23	19,4	0,0	26,918±15,98	4,5	0,0	31,8	22,4	0,025	0,108
	IgE спец. формальдегид, МЕ/см ³	0,133±0,043	25,0	0,0	0,094±0,075	0,0	0,0	26,7	46,5	0,035	0,040
	IgG к бенз(а)пирену, у.е.	0,080±0,026	7,0	0,0	0,036±0,036	4,5	0,0	33,7	0,0	0,045	0,118
	IgG к алюминию, у.е.	0,123±0,033	39,5	0,0	0,063±0,032	17,3	0,0	39,5	45,3	0,011	0,001
	Антитела к ТПО, МЕ//см ³	38,266±29,94	12,9	0,0	55,679±98,69	9,1	0,0	5,9	0,0	0,733	0,710
	КЭА, нг/см ³	1,069±0,338	1,3	0,0	1,496±0,522	18,2	0,0	6,7	61,3	0,170	0,782
	Кортизол, нмоль/см ³	297,08±41,96	19,5	9,5	253,736±90,5	9,1	18,2	33,3	42,9	0,004	0,517
	Нейронспецифическая энолаза, мкг/дм ³	5,862±4,568	5,7	0,0	2,625±1,149	4,5	0,0	34,0	7,5	0,180	0,303
	Остеопротегерин, пг/см ³	65,091±16,85	57,1	14,3	81,18±15,987	83,3	0,0	0,0	42,9	0,122	0,214
	Пепсиноген I, мкг/дм ³	81,237±7,049	7,4	1,9	78,586±14,32	4,5	9,1	27,8	24,1	0,737	0,455
	Пепсиноген II, мкг/дм ³	26,087±3,326	59,3	0,0	25,027±6,73	30,9	0,0	24,1	27,8	0,004	0,973
	Серотонин, нг/см ³	133,05±18,96	0,0	27,8	206,18±45,39	0,0	8,3	7,4	64,8	0,003	0,036
	T4 свободный, пмоль/дм ³	13,579±0,405	0,0	1,2	12,359±0,681	0,0	4,5	56,5	9,4	0,002	0,350
ТТГ, мкМЕ/см ³	2,388±0,37	14,1	3,5	1,847±0,526	4,5	4,5	40,0	27,1	0,098	0,265	

Таблица Б.2 – Сравнительный анализ биохимических, гематологических и цитологических показателей у взрослых группы наблюдения показателями группы сравнения

Вид анализа	Показатель	Среднее значение (M±m)	Группа наблюдения		Среднее значение (M±m)	Группа сравнения		Анализ частот по отношению к группе сравнения, %		Межгрупповое различие (p≤0,05)	
			Частота регистрации проб с отклонением от физ. нормы, %			Частота регистрации проб с отклонением от физ. нормы, %		выше	ниже	по средним	по кратностям превышения с группой сравнения
			выше	ниже		выше	ниже				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Назал. секрет	Индекс эозинофилии, %	5,64±1,13	11,2	0,0	2,20±1,14	4,5	0,0	27,0	57,3	0,044	0,035
Общий анализ крови	Гемоглобин, г/дм ³	133,23±3,96	0,0	8,5	130,86±6,85	0,0	13,6	34,0	12,8	0,547	0,583
	Эритроциты, 10 ¹² /дм ³	4,39±0,09	0,0	8,5	3,97±0,13	0,0	54,5	74,5	2,1	0,0001	0,005
	Цветной показатель, пг	30,13±0,67	23,4	6,4	32,5±1,54	72,7	4,5	0,0	55,3	0,006	0,004
	Лейкоциты, 10 ⁹ /дм ³	6,44±0,55	6,4	6,4	6,71±0,72	9,1	9,1	27,7	46,8	0,547	0,741
	СОЭ, мм/час	7,02±1,30	2,1	4,3	6,77±3,13	4,5	13,6	19,1	14,9	0,882	0,851
	Эозинофилы, %	2,66±1,06	12,8	0,0	1,30±0,24	0,0	0,0	55,3	44,7	0,015	0,081
	Абсолютное число эозинофилов, 10 ⁹ /дм ³	187,68±96,23	10,6	66,0	85,8±18,99	0,0	85,0	46,8	31,9	0,043	0,042
	Палочкоядерные нейтрофилы, %	1,19±0,13	0,0	0,0	1,0±0,0	0,0	0,0	17,0	0,0	0,006	–
	Сегментоядерные нейтрофилы, %	52,34±2,08	29,8	21,3	53,77±4,37	45,5	18,2	19,1	31,9	0,550	0,642
	Лимфоциты, %	36,11±1,97	68,1	19,1	30,62±2,84	23,1	53,8	72,3	8,5	0,002	0,002
	Моноциты, %	7,64±0,58	95,7	0,0	6,82±0,76	95,5	0,0	53,2	36,2	0,090	0,090
	Базофилы, %	0,11±0,11	2,2	0,0	0,04±0,095	0,0	0,0	8,7	0,0	0,393	0,319
	Ретикулоциты, %	0,41±0,03	0,0	0,0	0,36±0,04	0,0	0,0	76,6	23,4	0,052	–
	Тромбоциты, 10 ⁹ /дм ³	247,12±14,85	6,4	12,8	292,68±31,77	36,4	0,0	6,4	63,8	0,011	0,004
	Эозинофильно-лимфоцит.индекс, у.е.	0,07±0,013	63,8	0,0	0,04±0,02	77,3	0,0	25,5	36,2	0,176	0,176
	Анизоцитоз, усл. ед.	0,13±0,023	6,4	0,0	0,32±0,37	13,6	0,0	6,4	0,0	0,333	0,396
	Гематокрит (HCT), %	33,13±0,96	0,0	72,3	31,18±1,497	0,0	95,5	72,3	8,5	0,032	0,031
Средний объем эритроцита (MCV), фл	79,85±1,92	0,0	38,3	78,68±3,22	0,0	40,9	53,2	21,3	0,533	0,710	
Биохимический анализ крови	АЛАТ, Е/дм ³	17,47±3,02	6,7	0,0	19,73±7,00	9,1	0,0	11,2	43,8	0,552	0,847
	АСАТ, Е/дм ³	24,55±2,70	13,5	0,0	18,69±2,16	0,0	0,0	51,8	18,8	0,962	0,981
	Альбумины, г/дм ³	42,62±0,53	0,0	0,0	42,86±1,34	0,0	4,5	27,0	37,1	0,729	0,320
	Билирубин общий, мкмоль/дм ³	10,48±0,97	4,5	0,0	7,73±1,41	0,0	0,0	49,4	14,6	0,002	0,093
	Билирубин прямой, мкмоль/дм ³	2,91±0,23	9,0	0,0	2,49±0,29	0,0	0,0	52,9	31,8	0,035	0,594
	Глюкоза, ммоль/дм ³	4,89±0,14	2,2	4,5	4,95±0,24	4,5	4,5	25,8	44,9	0,641	0,329
	Железо, мкмоль/дм ³	14,57±2,17	4,3	10,9	12,54±3,02	4,5	22,7	43,5	28,3	0,277	0,393
	Индекс атерогенности	2,24±0,23	28,6	33,3	1,82±0,30	18,0	65,0	48,7	17,9	0,044	0,046
	Ионизированный Са, ммоль/дм ³	1,12±0,02	65,6	25,6	1,07±0,03	35,4	29,0	68,8	12,5	0,013	0,012
	Креатинин, мкмоль/дм ³	79,06±2,08	39,3	0,0	73,68±3,64	9,1	0,0	56,2	16,9	0,011	0,076

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Биохимический анализ крови	Магний, ммоль/дм ³	0,84±0,01	25,0	20,0	0,795±0,029	7,5	59,1	68,9	4,4	0,010	0,009
	Мочевая кислота, мкмоль/дм ³	270,10±17,89	16,9	2,2	273,64±42,99	18,2	4,5	22,5	30,3	0,878	0,546
	НЖСС, мкмоль/дм ³	38,61±4,3	27,3	30,3	44,19±7,44	25,0	6,2	15,2	39,4	0,188	0,150
	ОЖСС, мкмоль/дм ³	53,88±3,096	9,1	27,3	60,69±5,94	15,4	0,0	9,1	60,6	0,039	0,023
	Общий белок, г/дм ³	72,64±0,97	0,0	2,2	72,82±2,35	0,0	9,1	23,6	33,7	0,889	0,439
	СРБ высокочувствительный, мг/дм ³	2,28±0,14	9,0	0,0	2,28±0,22	4,5	0,0	20,2	41,6	0,996	0,622
	Трансферрин, мг/см ³	304,52±13,41	6,5	10,9	303,95±16,37	0,0	9,1	37,0	41,3	0,954	0,890
	Триглицериды, ммоль/дм ³	1,35±0,23	26,2	0,0	0,96±0,19	10,5	0,0	48,7	23,1	0,119	0,212
	Фосфор, ммоль/дм ³	1,089±0,06	2,2	14,3	1,21±0,05	0,0	0,0	19,6	65,2	0,003	0,396
	Холестерин ЛПВП, ммоль/дм ³	1,55±0,11	0,0	40,5	1,58±0,21	0,0	38,1	16,7	33,3	0,760	0,263
	Холестерин ЛПНП, ммоль/дм ³	3,05±0,26	14,3	0,0	2,52±0,36	4,8	0,0	57,1	11,9	0,018	0,094
	Холестерин ЛПОНП, ммоль/дм ³	0,62±0,11	11,9	2,4	0,44±0,09	0,0	0,0	48,7	23,1	0,120	0,146
	Холестерин общий, ммоль/дм ³	4,86±0,31	44,2	0,0	4,17±0,28	5,0	0,0	62,5	17,5	0,032	0,030
	Антиоксидантная активность, %	36,34±1,13	35,6	47,8	38,6±1,808	47,1	23,5	18,9	53,3	0,034	0,036
Малоновый диальдегид, мкмоль/дм ³	3,15±0,14	77,8	0,0	2,61±0,18	54,5	0,0	71,1	11,1	0,0001	0,0001	
Иммуноферментный анализ крови	17-ОН-Прогестерон, нг/см ³	1,01±0,22	7,7	0,0	1,11±0,27	0,0	4,8	25,6	48,7	0,569	0,203
	N-остеокальцин, нг/мл	2,80±0,71	0,0	97,6	2,6±0,91	0,0	100,0	22,0	34,1	0,718	0,829
	Антиспермальные антитела, Е/см ³	27,9±2,01	0,0	0,0	28,3±3,57	0,0	0,0	20,5	30,8	0,844	—
	Гамма-аминомасляная кислота, мкмоль/дм ³	0,14±0,02	0,0	5,4	0,16±0,02	0,0	0,0	29,7	54,1	0,171	0,267
	Гидроперекиси липидов, мкмоль/дм ³	217,35±34,93	11,3	0,0	77,55±14,12	0,0	0,0	98,1	0,0	0,0001	0,219
	Глутаминовая кислота, мкмоль/дм ³	78,57±9,46	5,9	55,9	99,05±11,05	14,3	19,0	5,9	64,7	0,006	0,003
	Глутатионпероксидаза, нг/см ³	39,10±2,38	0,0	41,1	61,84±4,97	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0001	0,0001
	Гомоцистеин, мкмоль/дм ³	19,56±4,30	41,0	0,0	13,13±1,397	47,6	0,0	28,2	35,9	0,372	0,318
	ЛГ, МЕд/дм ³	8,62±3,60	0,0	2,6	5,76±1,62	0,0	5,0	33,3	41,0	0,146	0,417
	Оксид азота, мкмоль/дм ³	137,67±13,71	5,3	5,3	126,91±21,40	4,8	9,5	39,5	23,7	0,393	0,322
	Пролактин, мМЕ/дм ³	290,52±43,29	0,0	0,0	393,6±237,53	4,8	0,0	0,0	12,8	0,387	0,320
	C-концевые телопептиды, нг/см ³	1,76±0,21	80,5	0,0	1,65±0,27	78,9	0,0	51,2	19,5	0,524	0,278
	Супероксиддисмутаза, нг/см ³	56,81±6,65	13,9	11,4	71,39±17,17	16,7	0,0	16,5	69,6	0,044	0,763
	Тартрат-резистентная кислая фосфатаза, Е/дм ³	1,43±0,14	43,9	0,0	1,32±0,13	26,3	0,0	24,4	43,9	0,234	0,010
	ФСГ, МЕд/дм ³	9,86±3,52	0,0	2,6	5,60±1,64	0,0	9,5	33,3	20,5	0,035	0,515
	Бета-2 микроглобулин, нг/см ³	1,59±0,26	0,0	0,0	1,28±1,06	6,2	0,0	0,0	0,0	0,421	0,327
ИФА мочи	8-гидрокси-2-деоксигуанозин, нг/см ³	263,43±47,42	25,0	12,5	104,09±18,73	0,0	71,4	75,0	0,0	0,022	0,029

Таблица Б.3 – Параметры моделей зависимости «маркер экспозиции – маркер эффекта»

Маркер экспозиции	Маркер эффекта	Направление изменения маркера эффекта	Параметры модели		Критерий Фишера (F)	Достоверность различий (p≤0,05)	Коэффициент детерминации (R ²)
			b ₀	b ₁			
1	2	3	4	5	6	7	8
Алюминий (моча)	Гидроперекиси липидов	Повышение	-2,335±0,015	17,979±44,581	7,251	0,018	0,326
	Кортизол		-2,144±0,022	31,789±77,067	13,113	0,003	0,272
	Супероксиддисмутаза	Понижение	-2,763±0,032	40,327±72,678	22,377	0,0001	0,493
	Глутаминовая кислота		-0,99±0,011	46,073±48,894	43,415	0,0001	0,480
	Абсолютный фагоцитоз		-2,427±0,007	41,347±27,501	62,162	0,0001	0,598
	p53		-2,032±0,006	136,676±47,407	394,04	0,0001	0,710
	TNFR		-0,622±0,008	145,219±81,63	258,34	0,0001	0,697
Марганец (кровь)	Гидроперекиси липидов	Повышение	-2,62±0,033	86,06±395,702	18,717	0,001	0,419
	Малоновый диальдегид		-0,52±0,281	116,928±2904,30	4,708	0,039	0,180
	IgE общий		-2,657±0,091	84,204±868,555	8,163	0,007	0,166
	Пепсиноген II		-2,142±0,187	251,772±2440,58	25,973	0,0001	0,441
	Цветной показатель	Понижение	-2,806±0,037	69,612±384,72	12,591	0,006	0,441
	Абсолютный фагоцитоз		-3,229±0,136	186,306±1414,58	24,537	0,0001	0,450
	Процент фагоцитоза		-5,88±0,179	483,158±1947,65	119,858	0,0001	0,745
	TNFR		-7,079±1,02	1033,38±16637,8	64,183	0,0001	0,601
Никель (кровь)	Индекс эозинофилии	Повышение	-2,754±0,003	875,54±7462,614	102,721	0,0001	0,664
	Кортизол		-2,27±0,002	385,69±3961,436	37,551	0,0001	0,420
	ОЖСС	Понижение	-1,375±0,001	544,153±1288,90	229,732	0,0001	0,815
	Глутаминовая кислота		-0,405±0,001	143,16±1844,944	11,109	0,003	0,176
	Абсолютный фагоцитоз		-2,092±0,0	351,5±900,349	137,227	0,0001	0,726
	p53		-0,968±0,001	876,2±2460,101	312,071	0,0001	0,757
О-ксилол (кровь)	Антиоксидантная активность	Понижение	-0,782±0,004	203,38±636,704	64,965	0,0001	0,537
	Кортизол	Повышение	-2,153±0,001	91,307±175,643	47,465	0,0001	0,491
	Креатинин		-1,304±0,011	524,483±16526,3	16,645	0,0001	0,217
	АСАТ		-1,322±0,004	165,739±1781,78	15,417	0,0001	0,264
Бензол (кровь)	Индекс атерогенности	Повышение	-1,502±0,0	335,266±61,521	1827,06	0,0001	0,268
	Триглицериды		-1,683±0,023	287,799±8890,01	9,317	0,004	0,135
	Пепсиноген II		-0,731±0,021	510,095±10284,3	25,300	0,0001	0,315
	Холестерин ЛПНП		-3,591±0,009	848,969±3246,73	221,992	0,0001	0,601
	Холестерин ЛПОНП		-4,772±0,002	1357,57±688,60	2676,418	0,0001	0,180
	Холестерин общий	Повышение	-1,465±0,011	529,735±4289,32	65,423	0,0001	0,521
	Билирубин прямой		-3,376±0,001	738,549±405,252	1345,967	0,0001	0,260

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8
Фенол (кровь)	Антиоксидантная активность	Понижение	-1,718±0,018	28,426±8,418	95,991	0,0001	0,640
	Супероксиддисмутаза		-3,271±0,017	25,404±7,173	89,971	0,0001	0,702
	Глутаминовая кислота		-2,596±0,076	33,194±64,055	17,202	0,001	0,389
	Холестерин ЛПОНП	Повышение	-4,785±0,038	55,411±12,483	245,972	0,0001	0,682
	Малоновый диальдегид		-1,264±0,046	54,153±21,177	138,480	0,0001	0,719
	Гидроперекиси липидов		-6,983±0,876	111,84±306,045	40,87	0,001	0,891
	Креатинин		-1,968±0,032	22,754±15,031	34,446	0,0001	0,389
	Пепсиноген II		-0,511±0,036	11,244±16,698	7,571	0,009	0,123
	TNFR	Понижение	-1,504±0,006	28,501±8,734	93,007	0,0001	0,761
Формальдегид (кровь)	Индекс эозинофилии	Повышение	-2,696±0,019	22,041±50,931	9,538	0,004	0,169
	Гидроперекиси липидов		-2,441±0,108	46,638±358,707	6,064	0,024	0,224
	Процент фагоцитоза	Понижение	-4,634±0,111	244,277±437,083	136,522	0,0001	0,601
	Фагоцитарное число		-3,334±0,055	181,508±307,625	107,095	0,0001	0,736
	TNFR		-1,949±0,117	224,286±848,132	59,312	0,0001	0,787
Фторид-ион (моча)	Гидроперекиси липидов	Повышение	-2,656±0,02	1,520±0,061	38,697	0,0001	0,486
	Супероксиддисмутаза	Понижение	-3,261±0,032	1,714±0,085	34,720	0,0001	0,362
	Фосфор		-3,594±0,003	1,866±0,007	532,56	0,0001	0,653
	Ampli-sRANKL		-1,847±0,011	167,185±2210,83	12,643	0,003	0,228
	Процент фагоцитоза		-2,081±0,015	0,839±0,039	18,235	0,0001	0,200
	Фагоцитарное число		-0,792±0,021	0,593±0,059	6,000	0,017	0,074
Хром (кровь)	Индекс эозинофилии	Повышение	-2,593±0,005	169,973±830,957	34,768	0,0001	0,582
	Малоновый диальдегид		-0,285±0,011	429,574±2408,84	76,607	0,0001	0,624
	Лимфоциты		-0,43±0,021	368,419±4068,35	33,363	0,0001	0,437
	IgE общий		-2,412±0,03	280,234±3529,71	22,249	0,0001	0,482
	Билирубин общий	Повышение	-3,399±0,012	1473,85±18689,4	116,228	0,0001	0,235
	Билирубин прямой		-2,423±0,02	474,945±16994,5	13,273	0,005	0,376
	Креатинин		-1,505±0,018	231,077±3938,40	13,558	0,003	0,228
	Пепсиноген I		-5,468±0,775	513,169±15519,2	16,969	0,006	0,740
	Пепсиноген II		-1,285±0,017	705,526±4943,79	100,685	0,0001	0,731
	Антиоксидантная активность	Понижение	-0,741±0,013	449,469±2504,74	80,656	0,0001	0,627
	Процент фагоцитоза		-2,001±0,022	372,543±4846,11	28,639	0,0001	0,389
	TNFR		-1,266±0,029	895,957±10202,7	78,679	0,000	0,759

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Акты внедрения результатов диссертационного исследования в практическую деятельность



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ

АДМИНИСТРАЦИЯ
МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
ГОРОДА БРАТСКА

Ленина пр-т, д. 37, Братск, 665708
тел.: (3953) 349-010
факс: (3953) 349-349
E-mail: adm@bratsk-city.ru

25.03.2022 № Б/Н

АКТ

внедрения в деятельность Администрации города Братска
результатов диссертационной работы

А.Н. Пережогина «Гигиенические проблемы и профилактика риска развития
заболеваний населения городов в условиях особо высокого уровня загрязнения
атмосферного воздуха (на примере города Братска)»

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе: зам. председателя комитета промышленности и транспорта, зав. отделом охраны окружающей среды Юшкова Н.Н. и членов комиссии: зам. заведующего отделом охраны окружающей среды Никольской Н.А. и главного специалиста отдела окружающей среды Боченковой О.Н. удостоверяем, что результаты диссертационной работы Пережогина Алексея Николаевича «Гигиенические проблемы и профилактика риска развития заболеваний населения городов в условиях особо высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха (на примере города Братска)» использованы для принятия управленческих решений по разработке и реализации Программы «Обеспечение экологической безопасности на территории города Братска на 2019-2021 годы», для разработки 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» в 2018 г.

Председатель комиссии

Н.Н. Юшков

Члены комиссии:

Н.А. Никольская
О.Н. Боченкова

УТВЕРЖДАЮ:
Мэр города Братска



С.В. Серебrenников



Российская Федерация
Иркутская область
ШЕЛЕХОВСКИЙ РАЙОН

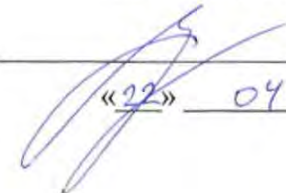
АДМИНИСТРАЦИЯ ШЕЛЕХОВСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА

666034, г. Шелехов, ул. Ленина, д. 15
тел. (39550) 4-13-35
факс. (39550) 4-12-43
E-mail: adm@sheladm.ru

УТВЕРЖДАЮ

Мэр Шелеховского района

От 25.04.2022 № 5/Н
На № _____ от _____

 М.Н. Модин
«22» 04 2022 г.

А К Т

внедрения в деятельность Администрации Шелеховского района
результатов диссертационной работы

А.Н. Пережогина «Гигиенические проблемы и профилактика риска развития заболеваний населения городов в условиях особо высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха (на примере города Братска)»

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе: председателя – Мэра Шелеховского муниципального района Модина М.Н., и членов комиссии: начальника управления территориального развития и обустройства Шерстневой Н.С., начальника управления по вопросам социальной сферы Гапанцовой М.А., удостоверяем, что результаты диссертационной работы Пережогина Алексея Николаевича «Гигиенические проблемы и профилактика риска развития заболеваний населения городов в условиях особо высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха (на примере города Братска)» использованы для обоснования управленческих решений в рамках полномочий при разработке Дорожной карты по реализации мероприятий, направленных на снижение риска и вреда здоровью детскому и взрослому населению, находящемуся под воздействием факторов хозяйственной деятельности в г. Шелехове на период 2021-2023 годы, при разработке плана мероприятий по результатам доклада материалов на совещании при Правительстве Иркутской области по вопросам охраны окружающей среды и природопользования по теме «Экологическая ситуация в г. Шелехове» в 2018 г.

Члены комиссии:



Шерстнева Н.С.



Гапанцова М.А.

Подписи заверяю: начальник отдел управления персоналом



Леонова А.Н.

У Т В Е Р Ж Д А Ю
 Главный врач ФБУЗ «Центр гигиены и
 эпидемиологии в Иркутской области»

И. В. Безогодов
 «26» 04 2022 г.



А К Т

внедрения в деятельность ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области» результатов диссертационной работы Пережогина Алексея Николаевича «Гигиенические проблемы и профилактика риска развития заболеваний населения городов в условиях особо высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха (на примере города Братска)»

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе: председателя – заместителя главного врача ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области» по санитарно-эпидемиологическим вопросам Устиновой Натальи Владимировны, членов комиссии: заведующего отделом санитарно-эпидемиологических экспертиз, ведения социально-гигиенического мониторинга и оценки риска – Органа инспекции Кузьминой Марины Викторовны, заведующего отделом организации, планирования и анализа деятельности Крючкиной Натальи Борисовны удостоверяем, что результаты диссертационной работы А.Н. Пережогина «Гигиенические проблемы и профилактика риска развития заболеваний населения городов в условиях особо высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха (на примере города Братска)» используются для совершенствования муниципальной программы СГМ в виде взаимосвязанного годовичного планирования программ наблюдения за состоянием атмосферного воздуха и объема плановых проверок объектов чрезвычайно высокой категории потенциального риска здоровью с учетом результатов анализа его реализации в г. Братске.

Председатель

Устинова

Н.В. Устинова

Члены комиссии:

Кузьмина

М.В. Кузьмина

Н.Б. Крючкина

Подписи заверяю:





РАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Иркутской области
(Управление Роспотребнадзора по Иркутской области)

Карла Маркса ул., д. 8, г. Иркутск, 664003 Телефоны: (3952) 24-33-67, факс (3952) 28-19-91
E-mail: mail@38.rospotrebnadzor.ru http://www.38.rospotrebnadzor.ru/

2022 № 38-00-05/87-2686-2022
от _____

Утверждаю:

Руководитель Управления
Федеральной службы по надзору в
сфере защиты прав потребителей и
благополучия человека по Иркутской
области



«19» апреля 2022 г.

А К Т

внедрения в деятельность Управления Роспотребнадзора по Иркутской области результатов диссертационной работы А.Н. Пережогина «Гигиенические проблемы и профилактика риска развития заболеваний населения городов в условиях особо высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха (на примере города Братска)»

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе: председателя – заместителя руководителя Управления Роспотребнадзора по Иркутской области М.В. Лужнова и членов комиссии: начальника отдела организации деятельности И.Г. Ждановой Заплесвичко, начальника отдела надзора за условиями труда Г.А.Тюткиной удостоверяем, что результаты диссертационной работы Пережогина Алексей Николаевича «Гигиенические проблемы и профилактика риска развития заболеваний населения городов в условиях особо высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха (на примере города Братска)» использованы для обоснования списка приоритетных веществ, формирующих неприемлемые риски здоровью населения г. Братска, для приоритизации мероприятий, включенных в комплексный План мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в г. Братске, подготовленного в рамках Федерального проекта «Чистый воздух»; для подготовки материалов в государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Иркутской области» в 2018, 2019, 2020 гг.

Председатель

М.В. Лужнов

Члены комиссии:

И.Г. Жданова-Заплесвичко

Г.А.Тюткина

Подписи заверяю:



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР МЕДИКО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ
ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ
И БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА**
(ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»)
Монастырская ул., д. 82, Пермь, 614045; тел/факс: (342) 237 25 34, E-mail: root@fcrisk.ru,
http://www.fcrisk.ru, ОКПО 40899186, ОГРН 1025900507269, ИНН/КПП 5902291452/590201001

№ _____
На № _____ от _____

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор ФБУН «Федеральный
научный центр медико-
профилактических технологий
управления рисками здоровью
населения», д.м.н.



Алексеев В.Б.

2022 г.

А К Т

внедрения результатов диссертационной работы А.Н. Пережогина «Гигиенические проблемы и профилактика риска развития заболеваний населения городов в условиях особо высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха (на примере города Братска)»

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе: председателя – зам. директора по клинической работе, д.м.н. О.Ю. Устиновой, членов комиссии: зав. консультативно-поликлиническим отделением, д.м.н. О.А. Маклаковой, зав. приёмным отделением, к.м.н. О.А. Кобяковой, удостоверяем, что результаты диссертационной работы А.Н. Пережогина «Гигиенические проблемы и профилактика риска развития заболеваний населения городов в условиях особо высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха (на примере города Братска)» используются при разработке и реализации программ специализированной помощи детскому населению, проживающему на территориях санитарно-гигиенического неблагополучия, в целях профилактики заболеваний, ассоциированных с воздействием факторов риска.

Председатель

О.Ю. Устинова

Члены комиссии:

О.А. Маклакова

О.А. Кобякова

*Подписи Устиновой О.Ю., Маклаковой О.А.,
Кобяковой О.А. завершено
Начальник отдела кадров (И.И. Мельникова)*



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности ФГБОУ ВО ПГМУ имени
академика Е.А. Вагнера Минздрава
России, доктор медицинских наук,
профессор



Н.В. Минаева

«19» 04 2022 г.

АКТ

внедрения в учебную деятельность ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера» Минздрава России результатов диссертационной работы Пережогина Алексея Николаевича «Гигиенические проблемы и профилактика риска развития заболеваний населения городов в условиях особо высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха (на примере города Братска)»

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе: председателя – заведующего кафедрой общей гигиены, д.м.н., профессора В.М. Ухабова, членов комиссии: доцента кафедры общей гигиены, к.м.н. Т.П. Арбузовой, доцента кафедры общей гигиены, к.м.н. Т.В. Зуевой, удостоверяем, что результаты диссертационной работы А.Н. Пережогина «Гигиенические проблемы и профилактика риска развития заболеваний населения городов в условиях особо высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха (на примере города Братска)» используются в учебной деятельности кафедры при преподавании вопросов, связанных с гигиеной окружающей среды и здоровьем населения.

Председатель

В.М. Ухабов

Члены комиссии:

Т.П. Арбузова

Т.В. Зуева

Подписи заверяю:





**ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЕ СОБРАНИЕ
ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Комитет по законодательству о природопользовании, экологии
и сельском хозяйстве**

Ленина ул., д. 1а, Иркутск, 664027

Тел. (3952) 25-62-33, тел./факс (3952) 24-24-86, e-mail: nature@irzs.ru

27.04.2022 № *102.07-23/22*

На № _____ от _____

Научному руководителю,
академику РАН, д.м.н.,
профессору ФБУН «ФНЦ
медико-профилактических
технологий управления
рисками здоровью
Зайцевой Н.В.

О результатах
диссертационной работы

Уважаемая Нина Владимировна!

Информирую Вас, что результаты диссертационной работы Пережогина Алексея Николаевича на тему «Гигиенические проблемы и профилактика риска развития заболеваний населения городов в условиях особо высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха (на примере города Братска)» были рассмотрены на заседании комитета и использованы для согласования управленческих решений по разработке и реализации Программы «Обеспечение экологической безопасности на территории города Братска на 2019-2021 годы», а также для согласования 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» в 2018 году.

Председатель комитета

с уважением,

Р.Ф. Габов