

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



ТИХОНОВА Ирина Викторовна

**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ХИМИЧЕСКИХ
КОМПОНЕНТОВ ПРОИЗВОДСТВА ГЛИНОЗЕМА НА ОРГАНЫ
ДЫХАНИЯ У ДЕТЕЙ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ
СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**

14.02.01 – гигиена

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

д.м.н., доцент **Землянова Марина Александровна**

Пермь 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1 СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОБЪЕКТОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ И ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ БОЛЕЗНЯМИ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ У ДЕТЕЙ В РЕГИОНАХ С РАЗМЕЩЕНИЕМ СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ГЛИНОЗЕМА.....	21
1.1 Современные гигиенические проблемы формирования химического загрязнения объектов среды обитания в связи с хозяйственной деятельностью субъектов по производству глинозема	21
1.2 Современные тенденции заболеваемости болезнями органов дыхания у детей в регионах с размещением субъектов по производству глинозема и ее оценка в рамках социально-гигиенического мониторинга.....	31
1.3 Современное состояние системы социально-гигиенического мониторинга для обеспечения динамического наблюдения за гигиенической ситуацией ..	47
ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДЫ И ОБЪЕМ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	58
ГЛАВА 3 ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КРУПНОГО ПРОИЗВОДСТВА ГЛИНОЗЕМА НА СОСТОЯНИЕ ОБЪЕКТОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ	73
3.1 Характеристика производства глинозема как источника негативного влияния на объекты среды обитания	73
3.2 Оценка категории деятельности хозяйствующего субъекта, осуществляющего производство глинозема, по потенциальному риску причинения вреда здоровью населения	86
3.3 Идентификация потенциальной опасности компонентов выбросов в атмосферный воздух от источников производства глинозема и выделение приоритетных веществ, обладающих однонаправленным воздействием на органы дыхания	88
3.4 Комплексный гигиенический анализ качества объектов среды обитания в селитебной застройке и основных путей воздействия потенциально опасных для органов дыхания компонентов, связанных с хозяйственной деятельностью субъекта	93
ГЛАВА 4 ОЦЕНКА РИСКА РАЗВИТИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ У ДЕТЕЙ В ЗОНЕ ЭКСПОЗИЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, СВЯЗАННЫХ С ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ СУБЪЕКТА ПО ПРОИЗВОДСТВУ ГЛИНОЗЕМА.....	112

4.1 Количественная оценка аэрогенной экспозиции как приоритетного вида воздействия на органы дыхания у детей.....	112
4.2 Установление численности и структуры населения в зоне экспозиции .	114
4.3 Количественная оценка неканцерогенного и канцерогенного риска развития заболеваний органов дыхания у детей, подвергающихся аэрогенной экспозиции, прогнозирование дополнительного риска развития заболеваний органов дыхания.....	118
ГЛАВА 5 УГЛУБЛЕННАЯ ОЦЕНКА РЕАЛИЗАЦИИ РИСКОВ РАЗВИТИЯ БОЛЕЗНЕЙ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ В ВИДЕ ПРИЧИНЕНИЯ ВРЕДА ЗДОРОВЬЮ У ЭКСПОНИРОВАННОГО ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ	124
5.1 Сравнительный анализ и оценка структурно-динамических показателей заболеваемости детей болезнями органов дыхания по данным государственной статической отчетности и фактической обращаемости за медицинской помощью	124
5.2 Анализ особенностей развития заболеваний органов дыхания у детей на основе эпидемиологических исследований и оценка причинно-следственных связей с экспозицией приоритетных факторов риска	129
5.3 Химико-аналитическое исследование биологических сред детей группы риска для подтверждения факта, величины и спектра экспозиции с обоснованием маркерных показателей, тропных к органам дыхания	133
5.4 Формирование доказательной базы негативных эффектов в виде причиненного вреда здоровью различной степени тяжести по результатам сравнительного анализа клинико-функциональных, гематологических, биохимических и иммунологических показателей развития заболеваний органов дыхания у экспонированных детей.....	137
5.5 Сопоставительный анализ риска и фактически причиненного вреда здоровью детей при воздействии химического фактора атмосферного воздуха для задач объективизации гигиенических оценок.....	155
ГЛАВА 6 АКТУАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ СГМ МУНИЦИПАЛЬНОГО УРОВНЯ ДЛЯ ЗАДАЧ ОБЪЕКТИВИЗАЦИИ АНАЛИЗА ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И СОСТОЯНИЕМ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ.....	161
6.1 Уточнение зоны воздействия источников производства глинозема на население.....	161
6.2 Актуализация выбора расположения репрезентативных точек и их количества для организации и проведения системных наблюдений в атмосферном воздухе загрязняющих веществ, тропных к органам дыхания	164

6.3 Приоритизация факторов и негативных эффектов для формирования программ инструментальных и лабораторных исследований в системе СГМ на основе анализа причинно-следственных связей, установленных по результатам оценки риска и причиненного вреда здоровью.....	167
6.4 Оценка экономического ущерба для задач совершенствования СГМ	171
6.5 Оптимизация мероприятий для принятия управленческих решений о необходимых санитарно-гигиенических и профилактических мерах, направленных на снижение негативных последствий, с учетом результатов оценки риска и причинения вреда здоровью	173
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	177
ВЫВОДЫ	184
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СИСТЕМЫ МЕР, НАПРАВЛЕННЫХ НА ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СГМ И СНИЖЕНИЕ НЕГАТИВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ С УЧЕТОМ РЕЗУЛЬТАТОВ ОЦЕНКИ РИСКА И ПРИЧИНЕНИЯ ВРЕДА ЗДОРОВЬЮ	188
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	193
БИБЛИОГРАФИЯ	195
ПРИЛОЖЕНИЕ А Гигиенические нормативы и референтные концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, критические органы и системы.....	229
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Результаты лабораторного обследования детей г. Ачинск и г. Сосновоборск	233
ПРИЛОЖЕНИЕ В Акты внедрения результатов диссертационного исследования в практическую деятельность	235

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Задача формирования и развития демографического потенциала как основы воплощения политики структурной модернизации экономики и социально-экономического развития страны и ее регионов входит в перечень первоочередных в контексте Концепции демографической политики Российской Федерации [61], Указа Президента Российской Федерации «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [92], Указа Президента Российской Федерации «О национальных целях развития Российской Федерации до 2030 года» [93]. Особая роль при этом отводится сохранению здоровья детей, что подчеркнuto в специальном указе Президента Российской Федерации, в соответствии с которым 2018-2027 годы объявлены Десятилетием детства [105].

К ключевым механизмам реализации национальных приоритетов развития государства в области охраны здоровья и повышения качества жизни детей относится деятельность территориальных органов и организаций Роспотребнадзора по определению системы адресных мер и целевых ориентиров, направленных на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения, в том числе связанного с ненадлежащим качеством атмосферного воздуха [96, 97].

Отправной точкой обеспечения эффективного обоснования причинности (каузации) для осуществления адекватных регулирующих мер в рамках реализации функций и полномочий Роспотребнадзора является оптимизация государственной системы социально-гигиенического мониторинга. Это позволит повысить объективность проводимого анализа и оценок результатов динамических наблюдений за текущей ситуацией [18, 79-81, 128, 148, 165, 237].

Для ряда субъектов Российской Федерации (порядка 18 %), где стабильно фиксируются высокие уровни загрязнений приземного слоя атмосферного

воздуха (более 5ПДКм.р. на городских территориях [96]), является типичной ситуацией, когда размещение и функционирование крупных промышленных объектов в границах или вблизи поселений нередко приводит к формированию значительных гигиенических проблем, а, следовательно, потерь здоровья населения [20, 30, 34, 68, 182, 184, 220]. К числу таких объектов относятся хозяйствующие субъекты, осуществляющие производство глинозема, что сопровождается значительными массами выбросов пылегазовых смесей в атмосферный воздух. В этой связи, сохраняется высокая актуальность научных разработок и исследований, направленных на развитие и совершенствование системы СГМ для обеспечения надежных и качественных результатов контроля [90, 91, 94, 95, 104, 109] в условиях значительного загрязнения атмосферного воздуха [194, 259].

Комплекс различных химических веществ, поступающих в составе валовых выбросов от субъектов хозяйствования по производству глинозема, характеризуется высокой степенью потенциальной опасности и рисков нанесения вреда здоровью населения [59, 100, 152, 170, 182, 215]. При этом в зоне аэрогенной экспозиции химических факторов нагрузки нередко оказывается большое количество детского населения, у которого регистрируются множественные системные ответы со стороны здоровья, превалирующими из них являются болезни органов дыхания [117, 120, 186, 198, 215].

По оценкам ВОЗ, загрязненный воздух в глобальном масштабе оказывает вредное воздействие на функцию легких детей в возрасте до 15 лет даже при низких уровнях экспозиции. Ежегодно порядка 600 000 случаев смерти детей происходит в результате острых воспалительных заболеваний нижних дыхательных путей, вызванных загрязнением воздуха [217, 234, 267]. По данным отечественных экспертов при аэрогенной экспозиции химического фактора большая часть случаев заболеваний органов дыхания (от 58 до 65,2 % от общего количества заболеваний органов дыхания у населения) приходится на детский возраст (от 0 до 14 лет), как наиболее подверженный воздействию химических компонентов аэрогенных выбросов в атмосферу [59].

Обозначенная проблема в условиях низкого качества атмосферного воздуха и связанного с ним риска нарушений здоровья детей в виде причинения вреда, проявляющего как фактически состоявшееся хроническое заболевание органов дыхания, детерминированного воздействием химических веществ с атмосферным воздухом, приобретает особую значимость и диктует необходимость повышения точности оценок причинно-следственных связей между воздействием факторов атмосферного воздуха и нарушением состояния здоровья детей, в том числе в виде причиненного вреда [2, 40, 158] вследствие нарушения обязательных требований санитарного законодательства хозяйствующими субъектами¹.

В настоящее время в ряде субъектов Российской Федерации с функционированием крупных комплексов по производству глинозема (Красноярский край, Свердловская область и др.) в рамках СГМ ежегодно проводятся сотни тысяч инструментальных исследований атмосферного воздуха, охватывая в целом 100 и более точек контроля [98-100, 152]. Формируемый информационный фонд всех уровней структурной организации (федеральный, региональные), имеющий обширный аналитический потенциал, позволяет в оперативном режиме выполнять наукоемкую обработку информации в системе «факторы риска – качество атмосферного воздуха – здоровье населения», в том числе на основе методов и технологий оценки, анализа и управления риском и связанным с его реализацией причинением вреда здоровью человека [1, 33, 54, 82, 104, 112, 123, 130, 142, 162].

В связи с сохраняющейся и нарастающей неудовлетворительной ситуацией по ряду показателей качества атмосферного воздуха в муниципальных образованиях РФ, где сосредоточены особо крупные градообразующие предприятия по производству глинозема и подвержена негативному воздействию химического аэрогенного фактора большая часть детского населения [3, 19, 119, 209, 222, 264], особую значимость приобретает постоянная актуализация данных,

¹ Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (Статья 57. Гражданско-правовая ответственность за причинение вреда вследствие нарушения санитарного законодательства) от 30.03.1999 N 52-ФЗ, ред. от 26.07.2019.

получаемых в ходе мониторинговых наблюдений в рамках действующей системы СГМ для адекватности решений разноплановых задач по управлению санитарно-эпидемиологической ситуацией [18, 79-81, 128, 148, 165, 237].

В течение последних пяти лет по данным ФИФ СГМ территории с размещением крупных производств глинозема относятся к числу городов России, в атмосферном воздухе населенных мест которых стабильно регистрируются значительные уровни загрязнения такими токсичными веществами, как бенз(а)пирен, взвешенные вещества и мелкодисперсные частицы PM10 и PM2.5, азота диоксид, алюминий, фториды неорганические хорошо растворимые [96, 97]. Постоянно отмечается высокая доля проб, превышающих существующие гигиенические нормативы указанных загрязняющих веществ до 5-17 раз относительно средних российских показателей (ПДКс.с.). Одним из лидеров по доле нестандартных проб атмосферного воздуха является город Ачинск Красноярского края, где отмечается высокая концентрация размещения мощного производства глинозема. Комплекс внешнесредовых факторов, существующий в условиях стабильного функционирования крупного предприятия по производству глинозема, обуславливает риск причинения вреда здоровью, в первую очередь, детского населения, в виде развития заболеваний органов дыхания, детерминированных воздействием аэрогенного химического фактора. Подтверждением вышесказанного является наблюдаемая повышенная заболеваемость детей до 14 лет и неблагоприятная динамика, по сравнению со среднероссийскими показателями, болезнью органов дыхания, в том числе с аллергокомпонентом (в 2,0-3,5 раза) [59, 164].

Развитие и совершенствование функциональной структуры и организационной деятельности Роспотребнадзора в период 2009-2018 гг. и запланированное в перспективе до 2024 года, в том числе на основе усиления надзора в субъектах хозяйствования за функционированием наиболее опасных, формирующих угрозы, риски и наносящих вред здоровью факторов, влечет за собой необходимость постоянного усовершенствования лабораторного обеспечения контрольной деятельности в рамках системы СГМ [102, 114, 128,

146]. Данный процесс в течение последнего десятилетия достаточно эффективно продвигается в организации инструментальных исследований качества атмосферного воздуха селитебных территорий. Базовыми принципами при этом являются: унификация и стандартизация выбора точек лабораторного контроля и оптимизации программ наблюдений [102, 114, 146]; регулярная периодичность проведения замеров [79-81, 128, 165, 237]; определение приоритетов с учетом специфики сложившейся санитарно-гигиенической ситуации и потенциальных угроз здоровью человека конкретной территории [122, 216, 250]; интеграция современных и инновационных методов химико- и информационно-аналитического обеспечения [8, 29, 70, 159, 171, 246, 260] и др. Данные принципы в полной мере соответствуют международно-признанным подходам и критериям [1, 33, 54, 82, 104, 112, 123, 130, 142, 162, 185, 194, 259, 263], направлены на повышение адекватности и надежности получаемых результатов при установлении связей нарушений здоровья с воздействием аэрогенной экспозицией химических факторов и поэтапно закрепляются национальными нормативно-правовыми актами [2, 90, 91, 94, 95].

В соответствии со стратегическими направлениями, обозначенными в проекте Концепции развития системы социально-гигиенического мониторинга Российской Федерации на период до 2030 года [62], в числе первоочередных задач сохраняется необходимость совершенствования научно-методических подходов к определению пространственного расположения зоны наблюдений, формированию и реализации программ инструментальных и лабораторных исследований в рамках системы СГМ, развитию методов и критериев определения локализации и количества репрезентативных точек мониторинга и объема исследований, уточнения порядка оценки причинно-следственных связей риска и причиненного вреда здоровью. Особенно актуальным и востребованным решение этой проблемы представляется для территорий с размещением крупных промышленных комплексов, в том числе производств глинозема, хозяйственная деятельность которых обуславливает достаточно широкий круг гигиенических проблем, к числу которых относится загрязнение атмосферного воздуха. Для ряда

регионов с особо высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха обозначенные проблемы стоят особенно остро, и в рамках реализации Федерального проекта «Чистый воздух» национального проекта «Экология» (2018-2024 гг.) запланировано и уже осуществляется достижение целевых показателей, направленных на обеспечение нормативного качества атмосферного воздуха, в том числе за счет совершенствования деятельности СГМ [18, 79].

В то же время сохраняется значительное число регионов и муниципальных образований с функционированием крупных градообразующих субъектов хозяйствования, в перечень которых входит производство глинозема, обеспечивающих формирование экономического потенциала страны, где проблемы постоянного неудовлетворительного качества атмосферного воздуха и связанных с ним рисков причинения вреда здоровью значительного количества детского населения стоят не менее остро.

В этом случае важнейшей задачей данного этапа является обоснование и реализация научно-методических подходов к оптимизации системы СГМ муниципального уровня в зонах воздействия высоких уровней загрязнения атмосферного воздуха, связанных с хозяйственной деятельностью крупных производств глинозема и формирующих значительные риски причинения вреда в виде заболеваний органов дыхания у подверженного детского населения, для повышения адекватности и надежности принимаемых решений.

Степень разработанности темы исследования. Результаты систематически проводимой научно-методической работы по совершенствованию подходов к решению сложных задач в практической деятельности системы СГМ в части повышения эффективности мониторинговых наблюдений за состоянием атмосферного воздуха в зоне влияния многокомпонентных пылегазовых смесей, отходящих от источников крупных производств, постоянно обновляются. Показатели и критерии установления причинной связи с развитием заболеваний органов и систем жизнеобеспечения человека, к числу которых относятся органы дыхания, активно внедряются в отдельных регионах и муниципальных образованиях РФ [28, 29, 54, 123, 156].

Систематически осуществляется приоритизация перечня контролируемых химических веществ с учетом их наибольшей потенциальной опасности для здоровья при аэрогенных экспозициях в связи с изменениями технологий производства и реализацией организационно-технических мероприятий [59, 117, 164]. Постоянно происходит совершенствование теоретических основ концепции оценки риска, ориентированной на активное использование результатов СГМ, как ключевой парадигмы анализа и управления санитарно-эпидемиологической ситуацией [64, 259]. Осуществляется активное внедрение современных возможностей и ресурсного обеспечения химико-аналитического контроля, в частности, методов биомониторинга, на основе которых расширяются возможности идентификации источников потенциальных опасностей здоровью. Гармонизация с международно признанными подходами критериев безопасных уровней воздействия повышает достоверность устанавливаемых системных причинно-следственных связей «среда – здоровье» [205, 235, 260]. Разработанные и внедренные в деятельность современные технологии информационно-аналитического обеспечения (ГИС-технологии, программные продукты) позволили совершенствовать подходы к пространственному анализу ситуации одновременно по множеству взаимосвязанных параметров качества атмосферы и здоровья [53, 178]. Отработана принципиально новая риск-ориентированная модель сопряжения системы СГМ и контрольно-надзорной деятельности для задач оптимизации планирования программ наблюдений, в том числе с учетом критериев потенциального риска причинения вреда [29, 163, 165].

Вместе с тем, остаются недостаточно исследованными вопросы, касающиеся уточнения зон наибольшей аэрогенной экспозиции и верификации химических факторов причинения вреда здоровью подверженного населения при нарушениях обязательных требований санитарного законодательства хозяйствующими субъектами. Необходима разработка методических подходов к приоритизации воздействующих факторов, негативных эффектов и ответа с учетом научно обоснованных взаимосвязанных биомаркеров экспозиции и эффекта, что позволит повысить адекватность выбора репрезентативных точек

мониторинговых наблюдений. Обеспечение объективности оценок для решения данных проблем наиболее эффективно может быть достигнуто при применении результатов доказанного фактически причиненного вреда здоровью, детерминированного воздействием факторов риска. Разработка подходов к выделению наиболее информативных показателей и обоснованию их критериев, характеризующих воздействующие факторы причинения вреда и их вклад в детерминацию заболевания, на основе сопоставительного анализа расчетного риска и фактически причиненного вреда здоровью, является принципиально важным для оптимизации наполнения программ мониторинговых наблюдений. Особую значимость в условиях сохраняющихся угроз, связанных с ненадлежащим качеством атмосферного воздуха, приобретает разработка подходов к обоснованию программ санитарно-гигиенических и профилактических мероприятий, направленных на устранение или снижение негативных последствий причинения вреда.

Вышесказанное свидетельствует, что разработка научно-методических подходов к оптимизации программ и выбору точек инструментальных исследований атмосферного воздуха в качестве мер по контролю в системе СГМ в зонах влияния крупных хозяйствующих субъектов по производству глинозема на основе сопоставительного, в том числе критериального анализа информативных показателей риска и фактически причиненного вреда, детерминированного воздействием аэрогенного химического фактора, является актуальной и необходимой для развития и совершенствования системы социально-гигиенического мониторинга.

Цель исследования – гигиеническая оценка воздействия химических компонентов производства глинозема на органы дыхания у детей для совершенствования системы социально-гигиенического мониторинга.

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

1. Выполнить гигиеническую оценку влияния хозяйственной деятельности крупного производства глинозема на состояние объектов среды обитания.
2. Провести оценку риска развития заболеваний органов дыхания у детей в

зоне экспозиции химических факторов, связанных с хозяйственной деятельностью субъекта по производству глинозема при нарушении обязательных требований санитарного законодательства.

3. Выполнить углубленную оценку реализации рисков развития болезней органов дыхания в виде причинения вреда здоровью у экспонированного детского населения.

4. Разработать и апробировать методические подходы к обоснованию актуальных показателей для оптимизации системы СГМ муниципального уровня с учетом результатов оценки риска и фактически причиненного вреда здоровью.

5. Разработать для принятия управленческих решений необходимые санитарно-гигиенические и профилактические меры, направленные на устранение и снижение негативных последствий у подверженного детского населения.

Научная новизна работы

- Обоснован ранжированный перечень химических факторов, формирующих неприемлемый неканцерогенный риск здоровью, обусловленный преимущественно болезнями органов дыхания у детей, подвергающихся аэрогенной экспозиции. Дана прогнозная оценка эволюционного нарастания дополнительного риска развития заболеваний органов дыхания у детей на период предстоящей жизни.

- Построены и параметризованы математические модели, на основе которых количественно оценены риски причинения вреда здоровью экспонированного детского населения по критериям дополнительных случаев заболеваний органов дыхания.

- Получена система причинно-следственных связей (популяционный и групповой уровень) и коэффициентов, описывающих связи «экспозиция аэрогенных химических факторов – биомаркеры экспозиции – биомаркеры негативных эффектов – негативный ответ (заболевание)» для установления факта причинения вреда здоровью (индивидуальный уровень).

- Обоснованы обязательные гигиенические и медико-биологические квалифицирующие показатели и критерии фактически причинного вреда

здоровью в виде впервые выявленного хронического заболевания органов дыхания, детерминированного воздействием аэрогенного химического фактора на индивидуальном уровне.

- Оценена реализация рисков развития болезней органов дыхания в виде фактически причиненного вреда различной степени тяжести, детерминированного воздействием химических факторов аэрогенной экспозиции, с помощью применения последовательного алгоритма направленных углубленных медико-биологических исследований.

- Приоритизированы по критериям информативности показатели и критерии расчетного риска и фактически причиненного вреда здоровью в условиях негативных воздействий аэрогенного химического фактора.

- Разработаны научно-методические подходы к обоснованию актуальных показателей для задач объективизации анализа причинно-следственных связей «воздействие химических факторов атмосферного воздуха – состояние здоровья населения».

- Обоснованы рекомендации по необходимым санитарно-гигиеническим и медико-профилактическим мероприятиям, направленным на митигацию причиненного вреда здоровью и экономических потерь в зоне влияния крупного хозяйствующего субъекта по производству глинозема.

Теоретическая и практическая значимость исследования.

Теоретическое значение имеет разработка методических подходов к обоснованию актуальных показателей для объективизации анализа причинно-следственных связей показателей между воздействием факторов атмосферного воздуха и состоянием здоровья населения на основе сопоставительного, в том числе критериального, анализа информативных показателей риска и фактически причиненного вреда здоровью. Расширено представление о закономерностях и особенностях реализации риска развития заболеваний органов дыхания в виде фактически причиненного вреда различной степени тяжести, детерминированного воздействием химических факторов аэрогенной экспозиции, связанной с хозяйственной деятельностью крупного субъекта по производству глинозема.

Практическая значимость работы заключается в научно обоснованной оптимизации системы СГМ муниципального уровня для задач объективизации анализа причинно-следственных связей между воздействием факторов атмосферного воздуха и состоянием здоровья населения. Актуализация показателей мониторинга основана на количественных характеристиках фактически причиненного вреда здоровью хозяйствующим субъектом по производству глинозема чрезвычайно высокой категории потенциального риска при нарушении обязательных требований санитарного законодательства. Конкретизирована зона максимального воздействия, уточнено размещение и обосновано минимально достаточное количество репрезентативных точек контроля атмосферного воздуха с учетом верификации результатов пространственного распределения расчетного и реализованного риска развития заболеваний органов дыхания в виде причиненного вреда, детерминированного аэрогенной экспозицией химического фактора. Выполнена оптимизация программы наблюдений с учетом обоснованного в качестве приоритетного перечня химических веществ, фактически причиняющих вред здоровью, и негативных ответов в виде конкретных нозологических форм заболеваний органов дыхания подверженного детского населения. Предложены санитарно-гигиенические и медико-профилактические меры, направленные на митигацию последствий причинения вреда здоровью на индивидуальном и групповом уровне с учетом установленной и формализованной системы взаимосвязанных факторов экспозиции с биомаркерами экспозиции и эффекта, результатов оценки экономических потерь здоровья.

Методология и методы исследования. Разработанные методические подходы к обоснованию актуальных показателей для объективизации анализа причинно-следственных связей между воздействием факторов атмосферного воздуха и состоянием здоровья населения в зоне влияния крупного хозяйствующего субъекта базируются на едином алгоритме, последовательно реализующем системный анализ и оценку с помощью адекватных методов, стандартных аналитических данных, обеспечивающих получение воспроизводи-

мых и проверяемых объективных результатов. Для решения поставленных задач применен комплекс современных гигиенических, инструментальных, эпидемиологических, социологических, статистических, экспертно-аналитических методов исследований; метода оценки риска здоровью и его пространственного распределения, оценки эволюции риска при воздействии аэрогенного химического фактора, связанного с нарушением требований санитарного законодательства субъектом хозяйствования по производству глинозема; методов углубленных клинико-функциональных, лабораторных (биохимических, общеклинических, иммунологических), химико-аналитических исследований для установления факта причинения вреда; методов математического моделирования причинно-следственных связей, оценки экономических потерь.

Положения, выносимые на защиту

- Аэрогенная экспозиция, связанная с хозяйственной деятельностью крупного субъекта по производству глинозема, является источником риска причинения вреда здоровью подверженного населения при нарушении обязательных требований санитарного законодательства.
- Формируемый риск здоровью реализуется в виде фактически причиненного вреда легкой и средней степени тяжести, проявляющегося в виде дополнительных случаев заболеваний органов дыхания у детей. Данные виды заболеваний и химические компоненты, обуславливающие вклад в их формирование, должны регулярно мониториться в системе социально-гигиенического мониторинга.
- В качестве научно-методической основы оптимизации муниципальной системы социально-гигиенического мониторинга для объективизации анализа причинно-следственных связей в системе «химические факторы атмосферного воздуха – состояние здоровья населения» выступает информативность показателей и критериев риска и фактически причиненного вреда здоровью.

Степень достоверности и апробация результатов. Диссертационное исследование выполнено в рамках научно-исследовательской работы ФБУН

«ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (номер государственного учета НИР АААА-Б19-219012290082-6), выполняемой в соответствии с планом основных мероприятий на 2018 год.

Достоверность результатов исследования, основных положений, выводов и рекомендаций определена всесторонним аналитическим обобщением ранее опубликованных результатов исследований по представленной проблематике, детальным анализом официальных статистических данных и интерпретацией результатов, полученных унифицированными методами в аккредитованных лабораторно-испытательных центрах. Для решения поставленных задач использованы воспроизводимые алгоритмы и стандартизированные методы исследования, адекватные подходам, применяемым в доказательной медицине. Представленный научный анализ опирается на комплекс современных способов сбора и обработки информации, базирующейся на достаточном объеме гигиенических с элементами эпидемиологических исследований и оценок (20,68 тыс. детей 4-17 лет из двух городов Красноярского края, 14 классов неинфекционных болезней, в том числе в разрезе класса болезней органов дыхания 8 нозологий, более 40 показателей качества атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы, пищевых продуктов за 7-летний период наблюдений). Объем выборочных углубленных медико-биологических исследований (275 протоколов клинических осмотров детей 4-7 лет, 19250 исследований по более, чем 40 функциональным и лабораторным показателям, 3300 определений содержания химических веществ в биосредах) подтверждает репрезентативность полученных результатов

Основные положения и результаты исследований доложены и обсуждены на научно-практической конференции «Вопросы санитарно-эпидемиологического благополучия населения Сибирского федерального округа» (Красноярск, 2014), VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания» (Пермь, 2015), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Гигиена, токсикология,

профпатология: традиции и современность» (М., 2016), VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания» (Пермь, 2016), IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей» (Пермь, 2019), Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием «Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения» (Пермь, 2019), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Профилактическая медицина–2019» (СПб, 2019), 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).

Работа апробирована на расширенном заседании научных отделов ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровья населения: системных методов санитарно-гигиенического анализа и мониторинга, математического моделирования систем и процессов, анализа риска для здоровья, химико-аналитических методов исследований, гигиены детей и подростков, биохимических и цитогенетических методов диагностики, иммунобиологических методов диагностики (Протокол № 1 от 25.09.2020 г.).

Внедрение результатов исследования. Результаты диссертационного исследования использованы при разработке методических указаний «Использование элементного состава биологических сред человека для оценки загрязнения среды обитания металлами в системе социально-гигиенического мониторинга» (М., 2018) и «Применение методов биомониторинга в системе СГМ» (М., 2019); при реализации отраслевой научно-исследовательской программы «Гигиеническое научное обоснование минимизации рисков здоровью населения России» на 2016–2020 гг.»; при разработке региональных программ по

охране здоровья детского населения, реализуемых Министерством здравоохранения Красноярского края (акт внедрения от 11.08.2020 г.); при разработке комплексных мероприятий по снижению риска здоровью населения г. Ачинск в зоне влияния хозяйственной деятельности АО «Русал Ачинский глиноземный комбинат» на период 2019-2024 гг. (акт внедрения от 17.09.2020 г.). Внедрены в практическую деятельность ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае» (акт внедрения от 26.08.2020 г.) и Управления Роспотребнадзора по Красноярскому краю (акт внедрения от 08.09.2020 г.) для актуализации программы СГМ и программы плановых проверок производственных объектов высоких категорий риска. Применяются ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» при разработке и реализации региональных медико-профилактических программ, направленных на снижение негативных последствий причинения вреда здоровью населения в зоне влияния металлургических производств (акт внедрения от 24.09.2020 г.). Используются в учебном процессе Пермского государственного медицинского университета им. академика Е.А. Вагнера при подготовке студентов по дисциплинам гигиенического профиля медико-профилактического, лечебного, педиатрического факультетов (акт внедрения от 24.09.2020 г.).

Личный вклад автора заключается в достижении цели посредством решения задач исследования, формировании дизайна исследований; в осуществлении сбора и анализа первичных материалов; в апробации разработанных методических подходов; в дефиниции и обобщении результатов статистической обработки гигиенических, эпидемиологических и углубленных исследований; в определении основных положений на защиту, выводов; разработке практических рекомендаций; в подготовке публикаций по результатам исследования. Доля личного участия автора при планировании, организации и выполнении исследования по всем разделам работы составила более 85 %.

Публикации. По материалам выполненного исследования опубликовано 17 работ, в том числе 8 статей в рецензируемых научных изданиях,

рекомендованных ВАК при Министерстве науки и образования Российской Федерации для публикации основных научных результатов диссертационных исследований, 1 патент РФ на промышленный образец.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, аналитического обзора литературы, главы материалов и методов, четырех глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, приложений. Список литературы включает 280 источников, из них 186 отечественных и 94 иностранных авторов. Работа иллюстрирована 50 таблицами, 11 рисунками. Диссертация изложена на 240 листах машинописного текста.

ГЛАВА 1 СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОБЪЕКТОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ И ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ БОЛЕЗНЯМИ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ У ДЕТЕЙ В РЕГИОНАХ С РАЗМЕЩЕНИЕМ СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ГЛИНОЗЕМА

1.1 Современные гигиенические проблемы формирования химического загрязнения объектов среды обитания в связи с хозяйственной деятельностью субъектов по производству глинозема

Сохранение и укрепление здоровья подрастающего поколения, определяющего здоровье нации, уровень благосостояния и стабильности общества, входят в систему приоритетов и целевых ориентиров в современной концепции государственной политики в сфере защиты детства, закрепленных в Федеральном законе «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»².

К числу эффективных и результативных механизмов решения стратегических задач, поставленных государством в сфере охраны здоровья и обеспечения качества жизни детей, относится деятельность Роспотребнадзора и подведомственных ему научно-исследовательских учреждений. В ходе реализации своих функций и полномочий данные структуры осуществляют в том числе разработку научных основ профилактики, направленных на недопущение и (или) ликвидацию негативных последствий в виде причинения вреда здоровью и роста уровня неинфекционных заболеваний, связанных с нарушениями обязательных требований санитарного законодательства хозяйствующими субъектами [96]. Деятельность органов и учреждений Роспотребнадзора в отношении населения, подверженного внешнесредовому воздействию

²Федеральный закон «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» (Статья 7. Приоритет охраны здоровья детей) от 21.11.2011 № 323-ФЗ (ред. от 29.05.2019).

химических факторов окружающей среды, согласуется с Глобальным планом действий Всемирной организации здравоохранения по профилактике и контролю неинфекционных заболеваний на 2013–2020 годы [219] и Принципами деятельности государств-членов ВОЗ, обозначенными в Политике «Здоровье-2020» [45]. Указанные документы подтверждают приверженность делу обеспечения защиты здоровья человека от рисков, связанных с вредными факторами среды обитания и являющихся важнейшей составляющей здоровья. Одной из приоритетных целей национального развития является парадигма совместного плодотворного сотрудничества отдельных стран и регионов мира для эффективной и рациональной научно-исследовательской работы по проблемам профилактики и борьбы с неинфекционными заболеваниями. Достижения в этой области направлены на повышение качества и увеличение продолжительности жизни человека в глобальном масштабе [45, 219].

Для сравнительной оценки и прогноза здоровья населения Всемирная организация здравоохранения в числе основных интегральных показателей (состояние здоровья, уровень организации здравоохранения, образования и экономического развития) рекомендует учитывать и состояние окружающей среды (ВОЗ, 1995). Во всем мире по оценкам экспертов ВОЗ около 24 % потерянных лет здоровой жизни (бремени болезней) и 23 % всех случаев преждевременной смерти обусловлены негативным воздействием вредных и опасных факторов окружающей среды [85, 253]. К числу приоритетных из них, в первую очередь, относят химические факторы. У детей в возрасте до 14 лет частота регистрации случаев смерти, связанных с воздействием компонентов загрязнения окружающей среды, составляет порядка 36 % от всей смертности [252]. Исследование и оценка экологических составляющих состояния здоровья населения регионов Российской Федерации показывают, что в настоящее время около 83 млн человек (56 % от общей численности населения, в том числе около 18 % детей) в 46 субъектах Российской Федерации подвержено воздействию факторов комплексной химической нагрузки, формирующей состояние здоровья населения [97], в первую очередь, детского. В городских поселениях с высокими

уровнями загрязнения атмосферы сосредоточено более 17 млн человек (17 % от общей численности городского населения) [103].

К числу лидирующих источников загрязнения объектов окружающей среды (атмосферного воздуха, почвы, поверхностных и подземных вод) в результате нарушений обязательных требований санитарного законодательства хозяйствующими субъектами относится деятельность предприятий по производству алюминия, развивающихся в настоящее время высокими темпами [110]. По объемам производства и потребления алюминий занимает первое место среди цветных металлов. По отчетным данным Bloomberg, Минпромторга РФ, МВФ фактическое производство алюминия в мире в 2017 году составило 63,4 млн тонн, потребления – 61,0 млн тонн [4]. Россия занимает второе место в мире после Китая по производству алюминия, первое место – по объемам его экспорта (в 2017 г. доля в мировом экспорте составила 11,9 %) [13]. При этом объем производства первичного алюминия составляет порядка 3,7 млн тонн в год, более 80 % которого экспортируется [127]. Алюминиевая промышленность – это единственная отрасль в экономике России, которая развивается такими быстрыми темпами и характеризуется ярко выраженной консолидацией, что определяет ее возрастающие перспективы [110]. Благодаря конструкционным и эксплуатационным качествам алюминия, его использование увеличивается практически во всех ведущих отраслях мировой экономики, а именно: в транспортном машиностроении (космическом, авиа-, автомобиле-, судостроении), химической промышленности, строительстве, производстве упаковок, товаров народного потребления [76, 132].

Современный технологический процесс производства алюминия состоит из трех основных стадий: 1) производство глинозема (*технического оксида алюминия* – Al_2O_3) из алюминийсодержащих руд, 2) выплавка первичного алюминия из глинозема, 3) выпуск металлического алюминия в результате его рафинирования [30, 139, 140]. Наиболее распространённым способом получения глинозема в соответствии с ГОСТом 30558-98 «Глинозем металлургический (оксид алюминия, окись алюминия)» является щелочной способ Байера, в ходе

которого оксид алюминия гидрохимическим методом добывается из высококачественных алюминийсодержащих руд с относительно низким содержанием SiO_2 [140]. Процесс включает операции автоклавного выщелачивания раствором NaOH , отделение алюминатного раствора от красного шлама, декомпозицию и кальцинацию. Извлечение алюминия при этом составляет около 87 %.

Глинозем различных марок как сырье предназначен для производства первичного алюминия электролитическим методом, электрокорунда, электроизоляционных и электрокерамических изделий, специальных видов керамики, огнеупоров, материалов электронной промышленности, пластиков, катализаторов, адсорбентов [30, 140]. В России собственное производство глинозема составляет 15 % мирового объема [139, 140]. Оно сосредоточено преимущественно у источников сырья и представлено несколькими предприятиями, самые мощные и современные из них (75 % российского производства): Богословское (1 ранг) и Уральское (3 ранг) предприятия в Свердловской области, Ачинское предприятие (2 ранг) в Красноярском крае; менее значимые: Волховское, Бокситогорское, Пикалевское предприятия в Ленинградской области, Кандалакшское предприятие в Мурманской области и др. [145]. В целом, производство глинозема высшей марки (Г-00) в России составляет более 1 млн тонн в год [111].

Глинозем (Al_2O_3) в соответствии с ГОСТ 6912.1-93 представляет собой кристаллический порошок белого цвета, состоящий из нескольких полиморфных модификаций оксида алюминия (смесь $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ и $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$), получаемых путем кальцинации гидроксида алюминия. В состав глинозема входит Al_2O_3 (более 98%) и незначительное количество примесей Na_2O , Fe_2O_3 , SiO_2 , TiO_2 , V_2O_5 , Cr_2O_3 , MnO , ZnO , P_2O_5 (до 0,5-0,9 %). Глинозем извлекают из алюминийсодержащих руд (бокситов, нефелинов, алунигов и др.), помимо щелочного, кислотными и электротермическими способами. Содержание Al_2O_3 в промышленных бокситах колеблется от 40% до 60% и выше. Примерно из каждых 4 тонн бокситов

получают 2 килограмма глинозема. Из каждых 2 тонн глинозема производят 1 тонну алюминия [20, 30].

Несмотря на то, что вклад выбросов и сбросов от источников глиноземных производств в отраслевой объем существенно ниже по сравнению с крупнейшими продуцентами цветной металлургии и составляет порядка 1,4-1,9% [68], технологические условия на данных производствах не позволяют в полной мере исключить поступление в объекты среды обитания специфических примесей, обладающих токсичными свойствами для здоровья человека. При производстве первичного алюминия для отечественных предприятий характерна высокая концентрация производства и сравнительно низкий уровень утилизации выделяющихся вредных веществ. В основном на них применяются технологии с использованием самообжигающихся анодов, которые имеют высокие удельные выбросы достаточно широкого перечня химических органических и неорганических соединений [30]. При производстве глинозема с учетом применения того или иного метода переработки сырья в атмосферный воздух жилой застройки поступает широкий спектр загрязняющих веществ, представляющих опасность для жизненно важных органов и систем, в первую очередь, для органов дыхания [184]. Основное загрязнение воздушной среды в субъектах с размещением предприятий по производству глинозема формируется за счет поступления в составе пылегазовых выбросов взвешенных веществ и дисперсных частиц PM_{2.5}, PM₁₀ сложного химического состава, включающего в себя так называемые малые примеси в виде алюминия, меди, никеля, марганца, кобальта, ванадия, свинца, железа, олова, кадмия, бериллия, сурьмы, ртути (доля металлов в общем количестве выбрасываемой технологической пыли составляет около 20% [68]); неорганических соединений фтора (на 1 т произведённого алюминия выбрасывается до 27 кг фтора) в виде фтористого водорода (HF), фторида натрия (NaF), тетрафторида углерода (CF₄); сажи (углерода), бенз(а)пирена, смолистых веществ; оксида и диоксида углерода, диоксида серы, оксида и диоксида азота, которые вступают во взаимодействие с атмосферной влагой с образованием серной (H₂SO₄) и азотной (HNO₃) кислот [31, 184].

Большинство из этих химических веществ по Решению экспертов ВОЗ включено в списки загрязняющих веществ, рекомендуемых для контроля в объектах окружающей среды [194, 223, 279].

Показано, что непосредственно на территории промышленных площадок размещения крупных производств глинозема пылевая нагрузка в среднем составляет 2000-5000 кг/км²/сут, максимальные значения достигают до 11145 кг/км²/сут. Общая зона воздействия источников выбросов достигает первых сотен квадратных километров, куда, как правило, входит жилая застройка [68]. По данным ряда исследований максимальные концентрации загрязняющих веществ, как правило, создаются на расстоянии 5–8 км от размещения промышленной площадки производства. Опасность загрязнения атмосферы по санитарным показателям обусловлена соединениями алюминия, максимальные из среднесуточных концентраций которого превышают ПДК в 18-21 раз, среднемесячные – в 5-6 раз. В разные периоды года выше допустимых отмечаются концентрации сернистого ангидрида (до 4-6 ПДКс.с.), окислов азота (до 3-5 ПДКс.с.), паров фтороводорода (до 2-3 ПДКс.с.), никеля (до 3-5 ПДКс.с.), марганца (до 2-4 ПДКс.с.), свинца (до 2-3 ПДКс.с.). Уровень загрязнения атмосферного воздуха комплексом химических веществ оценивается как «очень высокий» [184].

По данным ФИФ СГМ содержание загрязняющих веществ в воздушной среде населенных мест в зонах влияния хозяйственной деятельности субъектов по производству глинозема характеризуется превышением гигиенических нормативов по большинству из них, что формирует неудовлетворительное качество атмосферного воздуха. В 2017 и 2018 годах наиболее высокая доля проб с ненормативным уровнем содержания химических веществ, характерных для выбросов от источников предприятий по производству глинозема, по Российской Федерации в целом зафиксирована в отношении следующих загрязнений: бенз(а)пирен (на уровне более 5 ПДКс.с. – 6,2 % и 8,44 % проб соответственно); алюминий, фтористые газообразные соединения, взвешенные вещества, взвешенные частицы РМ10, азота диоксид, сажа (углерод) (до 2 ПДКс.с. от 0,6 %

до 3,4 %); взвешенные частицы PM_{2,5}, фториды неорганические хорошо растворимые (до 5 ПДКс.с. от 0,1 % до 2,4 % проб) [96, 97] и др. Городские территории с размещением ведущих хозяйственных субъектов по производству глинозема в России расположены в Красноярском крае (Ачинский глиноземный комбинат) и в Свердловской области (Богословский и Уральский алюминиевые предприятия). Частота регистрации нестандартных проб атмосферного воздуха в 2017-2018 гг. составила: по содержанию бенз(а)пирена (более 5 ПДКс.с. 25,4-29,0 % проб в Красноярском крае при 6,2-8,4 % проб в среднем в РФ), алюминия (до 2 ПДКс.с. в 2017 году 1,2 % проб в Свердловской области и 11,0 % проб в Красноярском крае при отсутствии таковых в целом по РФ), фторидами неорганическими хорошо растворимыми (более 5 ПДКс.с. в 2017 году 7,6 % проб в Красноярском крае при 0,7 % в РФ), взвешенными частицами PM₁₀ (до 2 ПДКс.с. 2,3-2,6 % проб в Свердловской области, 10,0-12,06 % в Красноярском крае при 1,2-2,8 % проб в РФ), взвешенными частицами PM_{2,5} (до 2 ПДКс.с. 9,4-13,9 % проб в Красноярском крае при 1,1-6,8 % в РФ), взвешенными веществами (до 2 ПДКс.с. в Красноярском крае в 2018 году 43,5 % проб при 0,6 % в РФ); азота диоксида (до 2 ПДКс.с. в Красноярском крае в 2017 году 4,4 % проб при 0,5 % в РФ) [96, 97].

Под влиянием загрязнений атмосферного воздуха происходит формирование химического состава атмосферных осадков. В зонах влияния хозяйственной деятельности субъектов по производству глинозема 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 раза); барий, стронций, хром, титан, литий, цинк, медь, никель, фосфор, марганец, лантан, скандий (в 2-5 раза) [68]. Максимально аномальных значений достигают концентрации следующих микро- и макроэлементов: цинк (коэффициент концентрации химического вещества (K_c), показывающий кратность превышения фактического содержания определяемого вещества над фоновым уровнем [23], составляет 100 раз), хром ($K_c = 75$),

бериллий, бор ($Kc = 50$), фтор, барий, иттрий, олово, серебро, фосфор ($Kc = 20-30$), никель, стронций, лантан, медь ($Kc = 10-20$) [31].

Различные компоненты из газопылевых выбросов и твердого осадка снегового покрова поступают в почвы и способствуют их загрязнению, в том числе и металлоэлементами. Распределение металлов по профилю загрязненной почвы имеет ряд существенных и характерных отличий [63]. Загрязнение металлами сосредотачивается преимущественно в верхнем плодородном (гумусовом) 5-10-сантиметровом слое. Оставшаяся часть металлов мигрирует в профиле почвы в растворенном виде с почвенным раствором на большую глубину. При значительном загрязнении они способны проникать на глубину до 160 см и накапливаться в грунтовых водах [63]. Значительное содержание металлов в почвах наблюдается на расстоянии 1-2 км от источника загрязнения, которое определяется как зона влияния предприятия [63]. Специфической особенностью загрязнения металлами является очень низкая скорость самоочищения почв [31]. Мониторинговые наблюдения [98-100, 152] и отдельные исследования почв [31, 68] в регионах РФ с функционированием предприятий по производству глинозема свидетельствуют, что характерными загрязнителями почв являются вещества 1 и 2 классов опасности для здоровья населения (бенз(а)пирен, железо, свинец, кадмий, никель, кобальт и др.), по содержанию которых качество почв не соответствует требованиям ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве». По данным ФИФ СГМ в Красноярском крае в целом в почве селитебных зон обнаружено превышение гигиенических нормативов содержания указанных загрязнений в 2017 году в 15,8 % проб, в 2018 году – в 8,6 % проб [98, 99]. В селитебной застройке г. Ачинск, где функционирует Ачинский глиноземный комбинат, к элементам, превышающим ОДК в почве, в большей степени относятся цинк – в 36 раз, медь – в 15 раз, кадмий – в 3 раза, стронций – в 3,5 раза и никель – в 2,5 раза [68]. Содержание кадмия и свинца превышает соответствующие гигиенические нормативы до 6 раз, кроме этого, выделяются ареалы с присутствием в почвах ванадия и марганца на уровне 1,5-2 ПДК [23]. В

Свердловской области, где функционирует Богословский и Уральский алюминиевые предприятия, в почве селитебной застройки обнаружено превышение гигиенических нормативов по санитарно-химическим показателям в 2017-2018 гг. году в 16,8-18,1 % проб [100, 152]. К приоритетным загрязнениям антропогенного характера почв населенных мест данного региона в течение последних 5 лет относятся бенз(а)пирен, свинец, никель, кобальт, кадмий, мышьяк и др. [152]. По категориям загрязнения почвы территорий Свердловской области с размещением глиноземных производств относятся к опасным для здоровья населения (в г. Краснотурьинск показатель суммарного загрязнения почвы (Z_c) [23] составляет 49,5) и умеренно опасным (г. Каменск-Уральский $Z_c = 26,7$) [152]. В последние годы стабильно регистрируется загрязнение почв территорий городов Каменск-Уральский, Краснотурьинск водорастворимыми формами фтора [100]. Анализ результатов наблюдений, полученных на протяжении последних 20 лет, в других городах, где расположены предприятия по производству первичного алюминия, свидетельствует о сохранении высокого уровня загрязнения фторидами отдельных участков почв (6-11 ПДК), обуславливающего умеренную степень опасности ($Z_c = 22$) для здоровья населения [182].

Значительный вклад в загрязнение почв вносят шламохранилища, где в больших объемах складывается промышленный отход (нефелиновый шлам), образующийся при производстве глинозема из нефелиновых руд. На прилегающей к шламохранилищу территории в почвах отмечается значительное повышение концентраций ряда элементов. В г. Ачинске превышение фонового уровня составляет: для стронция, бария – 2-3,4 раза; для бора, лантана, марганца, фосфора, хрома – 1,5-2 раза; для никеля, меди, кобальта, молибдена, скандия, ниобия, бериллия, свинца, цинка, ванадия, лития – до 1,5 раза [20].

Качество воды источников (подземных, поверхностных), предназначенных для централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения населения, формируется в результате процессов оседания тяжелых фракций из аэрозольных выбросов в атмосферу, выпадения загрязнений с атмосферными осадками, при

фильтрации шламовых вод в грунтовые воды, а так же при поступлении загрязнений с гидрохимическим стоком в бессточные водоемы, где они накапливаются в водах и донных отложениях и могут являться источником вторичного загрязнения [30, 31, 68].

По данным Федерального информационного фонда СГМ качество воды в подземных и поверхностных водоисточниках, являющихся источниками питьевого водоснабжения населения, на территориях с функционированием предприятий по производству глинозема не удовлетворяет гигиеническим требованиям санитарных норм и правил СанПиН 2.1.5.980-00 и СанПиН 2.1.4.1175-02, определяющих требования к санитарной охране и качеству воды водных объектов, являющихся источниками питьевого водоснабжения населения. В г. Ачинске Красноярского края частота регистрации проб воды, не соответствующих существующим гигиеническим нормативам, за период 2016-2018 гг. увеличилась в 2,6 раза и составила в 2018 году 26,0 % проб при положительной динамике данного показателя в среднем по РФ (кратность снижения показателя за 3 года составила 1,04 раза, достигнув в 2018 году 25,4 % проб) [96, 99]. В подземных водах даже вне зоны размещения производства глинозема (на расстоянии 3-3,5 км) регистрируются повышенные концентрации веществ: бария и алюминия в 4-5 раза, титана и фтора в 1,1 раза [31]. В поверхностных водах отмечается превышение ПДК титана в 8,5 раза, бария – в 2,7 раза, кадмия – в 1,2 раза [31].

Анализ качества воды, подаваемой населению системами централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, из поверхностных и подземных водоисточников, по данным ФИФ/РИФ СГМ показал, что на территориях с размещением производств глинозема питьевая вода ненадлежащего качества по содержанию ряда химических веществ и не удовлетворяет требованиям ГН 2.1.5.2280-07 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». Так, в Свердловской области за период 2014-2017 гг. удельный вес проб, не соответствующих гигиеническим

нормативам, составил 13,9-14,0 %, в 2018 году – 10,96 % [100, 152]. Приоритетными загрязнителями питьевой воды, подаваемой населению, являются хлорорганические соединения (хлороформ, четыреххлористый углерод), железо, марганец, остаточный алюминий. В Красноярском крае в г. Ачинск в 2017-2018 гг. удельный вес проб воды систем централизованного питьевого водоснабжения, не отвечающих гигиеническим нормативам, составил 11,1-11,7 % [98, 99].

Таким образом, на территориях с размещением промышленных субъектов, хозяйственная деятельность которых связана с производством глинозема, отмечается неблагоприятная санитарно-гигиеническая ситуация в части загрязнения объектов среды обитания, связанная с нарушением юридическими лицами обязательных санитарных норм и правил. Неудовлетворительное состояние, в первую очередь, атмосферного воздуха, диктует необходимость принятия мер, направленных на повышение эффективности предупреждения и своевременного выявления возможного негативного влияния химических факторов риска на здоровье населения в зоне экспозиции.

1.2 Современные тенденции заболеваемости болезнями органов дыхания у детей в регионах с размещением субъектов по производству глинозема и ее оценка в рамках социально-гигиенического мониторинга

Болезни органов дыхания являются наиболее распространенной причиной потерь здоровья среди взрослого и детского населения как в мире, так и в России. По мнению экспертов ВОЗ во всех промышленно развитых странах хронические болезни органов дыхания представляют глобальную медико-социальную и экономическую проблему, обусловленную их прогрессирующим и инвалидизирующим течением [268]. По данным государственной медицинской статистической отчетности ежегодно в Российской Федерации среди детского и подросткового населения регистрируются более 25 млн случаев заболеваний, почти 3 тыс. случаев инвалидности и 2 тыс. случаев смерти по причине болезней

органов дыхания [7, 9, 160]. Патология органов дыхания у детей на территории России (ЮНИСЕФ, 2008 г.) стабильно занимает ведущее место в структуре заболеваемости в разные возрастные периоды [115]. По данным Института пульмонологии Минздрава России удельный вес болезней органов дыхания детей в структуре первичной заболеваемости составляет около 60%, ежегодный прирост заболеваемости – 5-7 % [180]. Исследования показывают, что наибольшую долю среди заболеваний у детей, лечение которых проводится в амбулаторно-поликлинических условиях, составляют также болезни органов дыхания [161, 176], что определяет значительные экономические потери в связи с затратами по временной нетрудоспособности по уходу за ребенком [10, 32, 115].

Анализ заболеваемости детей отдельными нозологическими формами болезней органов дыхания в целом по Российской Федерации свидетельствует, что показатель первичной заболеваемости в возрасте от 0 до 14 лет бронхитом хроническим и неуточнённым, бронхиальной астмой и астматическим статусом составляет от 34,0 до 144,0 случаев на 100 тыс. детей. В динамике за последние три года (2015-2018 гг.) количество дополнительных случаев астмы и бронхита, ассоциированных с загрязнением атмосферного воздуха, выросло в 1,7–2,2 раза [37, 96, 101]. В 28 субъектах Российской Федерации, а именно в Ямало-Ненецком автономном округе (311,5), Санкт-Петербурге (305,5), в таких областях, как Новосибирская (396 случаев на 100 тыс. детского населения), Ленинградская (294,7), Свердловская (112,3) и Ульяновская (293,4), показатель первичной заболеваемости астмой, бронхитом хроническим и неуточненным у детей установлен выше среднероссийского уровня [96]. Загрязнение атмосферного воздуха формирует от 8,68 до 90,2 дополнительных случаев заболеваемости астмой и хроническим бронхитом на 100 тыс. детского населения. К приоритетным территориям относятся Иркутская, Кемеровская области, Красноярский и Алтайский края [105].

По мнению экспертов ВОЗ, по результатам многочисленных зарубежных и отечественных исследований многие нарушения здоровья детей связаны с постоянным и многокомпонентным загрязнением атмосферного воздуха,

формирующим риски здоровью, обусловленные развитием заболеваний критических органов и систем, в первую очередь, органов дыхания [34, 38, 51, 52, 58, 71, 97, 155, 157, 172, 181, 187, 194, 220, 233, 244, 258]. В связи с высокой значимостью показатель повышенной частоты болезней органов дыхания, в том числе бронхиальной астмы, включен в Перечень индикаторов здоровья населения в связи с состоянием окружающей среды. Частота болезней органов дыхания используется в качестве информативного показателя в международных базах данных по выявлению и оценке связи химических факторов окружающей среды и нарушений здоровья человека [147].

Высокая распространенность среди всех возрастных категорий детского населения заболеваний органов дыхания связана с тем, что система дыхания относится к первичным защитным барьерам организма человека и одна из первых реагирует на негативное воздействие химических факторов при аэрогенном поступлении [144]. Лимфоидные органы носоглотки как структурный компонент органов дыхания, являются центром, организующим естественную резистентность и специфическую иммунную защиту дыхательных путей и орально-фарингиального пространства [15]. Организм ребенка, в том числе его респираторная система, характеризуется возрастными структурно-анатомическими особенностями строения и развития, несовершенством адаптационных и детоксикационных процессов [144] Это обуславливает повышенную чувствительность к качеству атмосферного воздуха и более короткие сроки проявления неблагоприятных эффектов со стороны критических органов и систем в ответ на негативное воздействие. Длительное воздействие комплекса токсичных химических соединений может приводить к дезадаптационным изменениям донозологического характера со стороны органов дыхания (нарушение функции мерцательного эпителия бронхов, динамическая обструкция дыхательных путей) и клинически выраженным формам респираторной патологии (тонзиллит, фарингит, бронхиальная астма, хронический бронхит и др.) [15, 16, 24, 47, 55, 60, 72, 131, 170, 198, 200, 215, 238, 266, 269].

Целесообразность детального исследования и учета заболеваемости болезнями органов дыхания именно у детей определяется еще и тем, что детский контингент, в отличие от взрослого, в большей степени постоянно находится в зоне той селитебной застройки, где постоянно живут и посещают дошкольные и школьные организованные коллективы, меньше подвержены внутригородской миграции и не испытывают непосредственного влияния факторов риска, связанных с профессиональной деятельностью [16, 131]. Это повышает достоверность и релевантность результатов углубленных и статистических исследований, позволяя делать более объективные выводы о реализации рисков развития патологии органов дыхания в виде причинения вреда здоровью с установлением ведущих факторов негативных эффектов.

Проведение масштабных углубленных исследований зависимости уровня заболеваемости болезнями органов дыхания от ненормативного качества атмосферного воздуха уже в течение длительного времени сохраняет свою значимость и необходимость как в Российской Федерации [24, 47, 55, 60, 72, 170], так и в странах ближнего и дальнего зарубежья [198, 200, 215, 238, 266]. За последние двадцать лет многочисленные когортные исследования в целом на 120 000 испытуемых проведены в Нидерландах [214]. Авторы оценивали связь уровня загрязнения атмосферы компонентами пылегазовых выбросов, в том числе диоксидом и оксидом азота, диоксидом серы, твердыми частицами диаметром порядка 2,5 микрон (PM_{2,5}) и 10 микрон (PM₁₀), углерода черного, от автомобильного транспорта, со случаями смерти по причине легочно-сердечной недостаточности с [214]. В Германии стабильно публикуются результаты исследований, посвященных анализу влияния химической нагрузки атмосферного воздуха на развитие бронхо-легочных заболеваний [206, 236]. Рядом российских авторов [186] с помощью корреляционного анализа установлены связи между плотностью аэрогенных выбросов загрязняющих веществ и уровнем заболеваемости детей болезнями органов дыхания ($r=0,67-0,71$), а также между индексом загрязнения атмосферы и детской заболеваемостью региона ($r=0,69$). Количественные параметры выявленных зависимостей позволили установить, что

56,5 % случаев болезней со стороны органов дыхания обусловлено загрязнением атмосферного воздуха.

Значительный вклад в дополнительную хроническую респираторную заболеваемость у детей вносят аэрогенные химические факторы риска, обусловленные хозяйственной деятельностью субъектов промышленных регионов, экономика которых специализируется на металлургическом производстве, в том числе производстве глинозема и выпуске первичного алюминия [59, 164, 243]. Так, в ряде регионов со значительным загрязнением атмосферного воздуха специфическими металлами (хромом, никелем, марганцем, медью), входящими в состав пылегазовых смесей, отходящих от предприятий металлургического профиля, у детей стабильно регистрируется повышенный (в 2,0-2,7 раза) уровень заболеваемости болезнями органов дыхания, в том числе с аллергическим компонентом (до 3,5 раз) [11, 49]. Результаты наблюдений за многолетний период (2000-2013 гг.) свидетельствуют, что на территории с функционированием крупного производства черной металлургии и коксохимии заболеваемость детей 0-14 лет и подростков 15-17 лет болезнями органов дыхания и распространенность указанной патологии детерминирована комплексом повышенных среднегодовых концентраций в атмосферном воздухе диоксида серы, оксида углерода, оксида азота, диоксида азота, взвешенных веществ, аммиака, толуола, фенола [50]. В ходе эпидемиологических исследований установлено негативное влияние толуола на органы дыхания, проявляющееся в интенсивном раздражении слизистой носа и горла [192].

Совершенно четко прослеживается тенденция роста заболеваний органов дыхания у детей, проживающих на территориях с размещением крупных металлургических производств, а именно: в Свердловской, Челябинской, Оренбургской областях, Кузбассе (Прокопьевске, Новокузнецке), Братске, Красноярском и Приморском краях, Башкортостане и т.д. Показатели заболеваемости болезнями органов дыхания (особенно бронхитом, пневмонией) у детей загрязнённых районов по качеству атмосферного воздуха относительно «чистых» районов многократно различаются [52, 117, 135]. Так, в результате

исследований, выполненных в одном из промышленных городов Кузбасса с наиболее высокими уровнями загрязнения атмосферного воздуха металлами, установлено, что у детей в возрасте 1-14 лет пневмония регистрируется в 2,5 раза чаще, бронхит – в 3 раза чаще, а у детей в возрасте до 1 года пневмония – в 12 раз чаще относительно аналогичных показателей у детей условно «чистых» районов [118]. Другой группой исследователей [44] установлено, что при неудовлетворительном качестве атмосферного воздуха по содержанию металлов у детей обострение бронхиальной астмы в среднетяжелой и тяжелой форме регистрируется в 2,5 раза чаще ($p=0,042$). Кроме того, дети с бронхиальной астмой болели в 2,3 раза чаще простудными заболеваниями в отличие от группы сравнения ($p=0,016$). В ряде российских и зарубежных эпидемиологических исследований [73, 129, 135, 141, 143, 197], как по данным государственной статистики, так и по данным обращаемости за медицинской помощью, установлена реализация внешнесредового риска в части формирования повышенного уровня общей и первичной заболеваемости болезнями органов дыхания, в том числе аллергическим ринитом, хроническими болезнями миндалин и аденоидов, тонзиллитом, бронхиальной астмой, до 3,5 раза чаще у детей, проживающих в регионах с размещением стационарных источников металлургических, в том числе глиноземных, производств. Установленные достоверные связи между воздействием химических факторов риска при комплексном поступлении и уровнем первичной заболеваемости болезнями органов дыхания позволяют предположить, что при сохранении уровня аэрогенной экспозиции можно ожидать дополнительно к фоновому уровню увеличение общей заболеваемости болезнями органов дыхания у детей (более 500 случаев в год), одна треть которой обусловлена влиянием идентифицированных факторов [73]. На территориях с размещением современных предприятий по производству глинозема, к числу которых относится г. Ачинск, рядом авторов дана характеристика формирования риска развития патологии органов дыхания у детей. Выявлено, что регистрируемый уровень загрязнения атмосферного воздуха металлами, взвешенными веществами, неорганической кремнийсодержащей

пылью, бенз(а)пиреном, диоксидом азота и серы, газообразными фторидами, ароматическими углеводородами создает высокий суммарный уровень риска здоровью при длительном аэрогенном комбинированном поступлении, превышающий приемлемый уровень [59]. Количественная оценка экспозиции в отношении таких критических органов, как органы дыхания, позволила установить, что суточная доза складывается из достаточно большого количества доз загрязняющих веществ, поступающих ингаляционным путем, а именно: алюминия, хрома шестивалентного, марганца, никеля, взвешенных веществ, фторидов газообразных, формальдегида, диоксида серы, оксидов азота. В этом случае в жилой застройке для органов дыхания детского населения формируется суммарный риск, соответствующий неприемлемому уровню (НІ от 6 и более) [59]. В условиях такой комбинированной аэрогенной экспозиции регистрируется высокий уровень заболеваемости населения, формируемый, в основном, за счет болезней органов дыхания, занимающих в общей структуре первое ранговое место (до 30%), что подтверждает возможную реализацию рисков здоровью. При этом большую часть случаев заболеваний (до 65 %) составляют болезни органов дыхания у детей в возрасте до 14 лет [59].

Рядом авторов [184] показаны специфические особенности возникновения и течения отдельных наиболее распространенных заболеваний органов дыхания неинфекционного генеза у детей. Установлено, что химические компоненты загрязнения атмосферного воздуха, в частности, соединения алюминия, способствуют развитию бронхитов и пневмоний. У детей в зоне экспозиции в более раннем возрасте, чем в контроле, формируются хронические респираторные заболевания. Частота заболеваний, а именно бронхитов и пневмоний, максимальна в селитебной застройке на расстоянии 5-8 км от источников выбросов субъекта по производству глинозема, что соответствует уровням загрязнения атмосферного воздуха комплексом примесей. Болезни органов дыхания встречаются в 1,8-3,5 раза чаще, в том числе аллергический ринит, рецидивирующий ларинготрахеит, рецидивирующий бронхит и бронхиальная астма в 2,5-4,6 раза чаще, чем на территориях с отсутствием данного вида

производства [98].

По данным ФИФ СГМ в течение 2017-2018 гг. по отдельным нозологиям класса «болезни органов дыхания», например, по заболеваемости астмой и бронхитом, у детей в возрасте до 14 лет г. Ачинск Красноярского края с размещением и функционированием крупного промышленного предприятия по производству глинозема входит в число регионов – территорий «риска». Анализ структуры заболеваемости органов дыхания в условиях загрязнения атмосферного воздуха взвешенными веществами, диоксидами серы и азота, оксида алюминия, марганцем и его соединениями, хромом (VI), формальдегидом показывает, что наблюдается повышенная заболеваемость детского населения фарингитом, бронхитом (доля влияния загрязнения составляет 24,5 %), бронхиальной астмой (22 %), хронической пневмонией (39 %), сопровождающаяся изменениями функции внешнего дыхания [98, 99]. В структуре заболеваемости детей городов Свердловской области (Каменск-Уральского и Краснотурьинска с размещением крупных производств глинозема), согласно данным ФИФ СГМ, в 2017-2018 гг. стабильно лидируют болезни органов дыхания (доля 56,8%). При этом в структуре первичной заболеваемости болезни органов дыхания составляют 66,8 % от общего количества заболеваний, зарегистрированных впервые [152].

Рядом исследований установлена достоверная зависимость показателей распространенности рецидивирующих ларинготрахеитов, бронхитов, хронических болезней легких от уровня загрязнения атмосферного воздуха некоторыми высокотоксичными металлами и органическими соединениями (алюминием, марганцем, формальдегидом и др.) [47, 60, 72, 189]. Представлены клинко-лабораторные особенности формирования заболеваний органов дыхания неинфекционной этиологии у детей, проживающих в условиях санитарно-гигиенического неблагополучия [55]. Следствием раздражающего действия фторсодержащих соединений, оказываемого на слизистые оболочки дыхательных путей, может являться повышенная частота возникновения бронхита и бронхиальной астмы. Изменения бронхолегочного аппарата сочетаются, как правило, с нарушениями иммунной системы в виде неспецифической активации

G-белков и ингибирования продукции лейкотриена В₄ [238].

В многочисленных эпидемиологических исследованиях выявлены и параметризованы зависимости «концентрация – ответ», характеризующие увеличение встречаемости таких негативных ответов со стороны органов дыхания, как бронхит и бронхиальная астма детей и подростков в возрасте до 18 лет при увеличении концентрации взвешенных веществ в атмосферном воздухе; частоты приступов бронхиальной астмы у детей при увеличении концентрации серы диоксида; частоты заболеваний нижних дыхательных путей при увеличении концентрации азота диоксида [154, 188].

Взвешенные вещества и мельчайшие твёрдые частицы диаметром 10 или менее микронов (PM10, PM2,5), содержащиеся в атмосферном воздухе, по оценкам ВОЗ являются одними из наиболее значимых факторов риска, обусловленного болезнями органов дыхания, в первую очередь, у детей [120, 169, 202, 213, 225, 239, 245]. Доля детей, подвергающихся воздействию частиц PM2,5 в концентрациях, превышающих рекомендованные ВОЗ показатели качества воздуха, составляет 93 % всех детей и около 630 млн детей младше 5 лет во всем мире [203, 217, 234, 267]. Хроническое воздействие твёрдых частиц формирует риск развития респираторных и аллергических заболеваний, рост числа случаев осложнённых форм и смерти [125, 193, 204, 251, 256, 262]. В эпидемиологических исследованиях определены параметры дополнительного риска при остром и хроническом воздействии взвешенных частиц и их мелкодисперсных фракций [226]. Доказано, что при увеличении концентрации на каждые 10 мкг/м³ мелкодисперсных частиц PM10 в течение суток обращаемость за медицинской помощью в связи с заболеванием органов дыхания, как верхних, так и нижних отделов дыхательных путей, повышается от 2,4 % до 3,4%, а число случаев заболеваний бронхитом возрастает на 10-25 % [151, 199, 232, 280]. Кроме этого, повышение концентрации частиц PM10 в воздухе на каждые 10 мкг/м³ на следующий день обуславливает появление признаков раздражения и воспаления дыхательных путей, как верхних, так и нижних отделов. При увеличении концентрации PM10 на 10 мкг/м³ в течение двух месяцев частота приступов

бронхиальной астмы у детей повышается на 4,2 % [151]. Многочисленными исследованиями доказано влияние роста концентраций мелкодисперсных фракций PM10 и PM2,5 на увеличение у детей распространенности аллергических заболеваний, частоты госпитализации и случаев смерти по причине заболеваний органов дыхания [22, 64, 83, 190, 210, 211, 218, 241, 261].

В специальных эпидемиологических исследованиях у детей установлены стабильные причинно-следственные связи между содержанием диоксида азота в атмосферном воздухе и увеличением заболеваемости болезнями органов дыхания, длительности периодов обострения заболеваний верхних отделов и частоты заболеваний нижних отделов дыхательных путей. У детей в возрасте 5-12 лет при возрастании концентрации диоксида азота на каждые 10 мкг/м³ отмечается увеличение частоты появления симптомов заболеваний нижних дыхательных путей на 6,6 %, верхних дыхательных путей – на 3,8 % [116].

Рядом авторов показано, что повышение концентрации диоксида серы (SO₂) до сотен и тысяч мкг/м³ приводит к резкому росту респираторной заболеваемости и даже смертельным исходам [116]. Возможно повышение дополнительных случаев смерти по сравнению с фоном на 2-3% [116]. Учитывая, что в целом в городах России регистрируются довольно низкие уровни концентраций SO₂ в атмосферном воздухе, проблема оценки его реального воздействия на здоровье, в частности на органы дыхания, требует дальнейшего изучения [116].

Хроническое воздействие специфических и общераспространенных примесей, присутствующих в составе выбросов в атмосферу от хозяйствующих субъектов по производству глинозема и сопутствующих производств по переработке образующихся отходов, могут обладать свойствами аддитивности и/или потенцирования повреждающего действия при одновременном длительном поступлении в организм. Это увеличивает риск развития дополнительных случаев заболеваний органов дыхания и требует особого внимания при оценке их воздействия [39, 240, 278].

Механизм развития неканцерогенных эффектов при аэрогенной экспозиции химических веществ, тропных к органам дыхания, в настоящее время связывают с

их непосредственным цитотоксическим и раздражающим действием в форме газов и аэрозолей на клетки эпителия верхних дыхательных путей, легких, бронхов и альвеол [66, 84]. В результате действия, например, взвешенных веществ, металлов, оксидов азота, диоксида серы, газообразных фторидов, формальдегида) на молекулярном уровне развивается оксидативный стресс, связанный со свободнорадикальной атакой перекисных соединений, и воспалительная реакция [66]. Последствиями длительного неблагоприятного воздействия факторов экспозиции у детей могут стать длительно текущие воспалительные процессы дыхательных путей (ринит, синусит, трахеобронхит, бронхит), гиперреактивные состояния дыхательных путей, в том числе бронхиальная астма, хронический аллергический ринит. При этом каждый химический компонент выбросов имеет свои особенности токсического действия на органы дыхания.

Неблагоприятное воздействие взвешенных частиц и их мелкодисперсных фракций часто связано с их способностью к нарушению функции эпителиального барьера и воздействием на клетки иммунной системы органов дыхания [65]. Взвешенные частицы PM10 и менее способны проникать в верхние отделы дыхательных путей и лёгких, осажаясь в них. Частицы PM2,5 и менее, так называемая респирабельная, вдыхаемая фракция, поступают в нижние отделы лёгких и оседают в альвеолярной области. В лёгких происходит процесс фагоцитоза пылевых частиц клетками лёгочного эпителия, вследствие чего может формироваться воспалительная и/или пролиферативная реакция с последующим развитием функциональных нарушений [65]. По данным ряда авторов в ходе повторных смешанных продольных и поперечных когортных исследований детей школьного возраста доказана связь между высокой концентрацией в атмосферном воздухе диоксида серы и твердых частиц и увеличением частоты смерти от заболеваний дыхательной системы [247]. При снижении уровня загрязнения атмосферного воздуха данными веществами установлено снижение частоты выявляемых нарушений функции легких у детей. Выявлено, что при активном поступлении твердых частиц в дыхательные пути происходит краткосрочное

снижение объема форсированного выдоха за одну секунду, форсированной жизненной емкости легких и максимальной скорости выдоха. У детей школьного возраста, страдающих бронхиальной астмой, обструктивным бронхитом, отмечаемые такие клинические симптомы заболевания, как одышка, хрипы, кашель при засыпании и в ночное время, усугублялись [247].

Наиболее частыми негативными ответными реакциями со стороны органов дыхания при длительном хроническом ингаляционном поступлении в организм металлов (соединений марганца, никеля, алюминия, шестивалентного хрома, меди) являются функциональные нарушения с развитием лимфо-пролиферативных изменений верхних дыхательных путей, средних и нижних отделов дыхательных путей в виде астмоидного бронхита, бронхиальной астмы [217]. Это связано с тем, что большинство перечисленных металлов обладают способностью оказывать умеренное и выраженное сенсibiliзирующее действие, снижать жизнеспособность альвеолярных макрофагов, вызывать повышенную активность бронхов, сопровождающуюся супрессией активности клеток иммунного ответа (NK/T-клеток) [227, 271, 272, 275, 276].

Изучение имеющихся данных об особенностях токсического действия отдельных представителей металлов показывает, что общий характер токсичности при ингаляционном поступлении соединений алюминия (например, Al_2O_3), частицы которого имеют микро- и наноразмерный диапазон, заключается с одной стороны, в механическом раздражении легочной ткани, с другой – в осаждении белков и образовании необратимых белковых соединений в виде волокнистых субстанций на поверхности альвеолярных макрофагов [257]. В экспериментально воспроизведенной однократной интратрахеальной экспозиции показано, что при введении микрочастиц Al_2O_3 в бронхоальвеолярном лаваже клеточная реакция характеризуется преимущественным увеличением числа нейтрофильных лейкоцитов, а при введении наночастиц – увеличением количества эозинофилов [121]. Повышение уровня эозинофилов при относительно небольшом росте уровня нейтрофильных лейкоцитов может свидетельствовать о вероятности развития эозинофильного альвеолита, присущего заболеваниям органов дыхания

с аллергокомпонентом (например, бронхиальной астмы) [177]. Обратная тенденция (увеличение нейтрофильных лейкоцитов при незначительном росте эозинофилов) может свидетельствовать о вероятности развития лимфоцитарного альвеолита, характерного для таких заболеваний органов дыхания, как пневмонии, силикоз [6]. Работы зарубежных ученых также подтверждают цитологические и ферментативные изменения в бронхоальвеолярном лаваже после 5-дневного воздействия частиц алюминия. Установлено увеличение числа полиморфноядерных нейтрофилов, повышение активности щелочной фосфатазы и лактатдегидрогеназы в бронхоальвеолярном лаваже, что, вероятно, указывает на усиление фагоцитоза [248].

В рамках исследований хронического воздействия марганца и его соединений показано, что данная примесь присутствует в воздухе в виде аэрозолей, которые способны проникать в нижние отделы легких, включая бронхиолы и альвеолы [136]. Оксидсодержащие соединения марганца в виде твердых частиц микро- и нанодиапазона обладают высокой проникающей способностью. По предположениям ряда авторов [208, 228, 265] наночастицы оксида марганца при определенных условиях ингаляционного поступления являются опасными в связи с вероятностью развития выраженных функциональных нарушений органов дыхания вплоть до развития дыхательной недостаточности. При этом в альвеолярных эпителиальных клетках отмечается усиление каталитической генерации активных форм кислорода [168], увеличение уровня внеклеточной формы глутатиона на 30% и внутриклеточной окисленной формы глутатиона на 80 % [248]. Следствием этого, может являться развитие воспалительных изменений в ткани альвеол вплоть до апоптоза эпителиальных клеток. Наночастицы дольше контактируют с клетками дыхательных путей в связи с большей их резистентностью к мукоцилиарному удалению по сравнению с микродисперсными частицами [228]. Установлено, что при длительном аэрогенном воздействии наночастиц оксида марганца выявляются слабо и умеренно выраженные периваскулярные лимфо-макрофагальные инфильтраты в ткани легких с переходом на прилежащие альвеолы, активация альвеолярных

макрофагов с образованием небольших скоплений в просветах альвеол.

Углубленным изучением влияния хронического ингаляционного поступления в организм хрома (VI) показано, что даже в малых концентрациях данный металл способен оказывать наряду с выраженным общетоксическим, также сенсibiliзирующее и фиброгенное действие на органы дыхания, вследствие его способности к кумуляции [75]. Экспериментально установлено, что при ингаляционном воздействии хрома (VI) формируется хроническое воспаление ткани альвеол и бронхов вследствие воспалительной мононуклеарной инфильтрации [221]. В ранние сроки отмечается повреждение билипидного слоя мембран клеток. В результате цитолиза осуществляется выход ферментов и белков во внеклеточное пространство. Адсорбция данных субстратов в основном аморфном веществе может являться пусковым звеном механизма развития воспалительного процесса с аутоиммунным компонентом хронического течения [196]. Важной составляющей патогенетических нарушений является образование активных форм кислорода (гидроперекиси, озон, супероксидные радикалы и др.) в результате цитолитических повреждений, что формирует оксидативный стресс, вызывающий разностороннее повреждение всех легочных структур. Сопровождающее данный процесс снижение неспецифических факторов местной защиты легких и иммунорезистентности в целом приводит к развитию таких нозологических форм заболеваний, как бронхит и пневмония [75, 196].

Группой исследователей показано, что фториды газообразные хорошо растворимые (гидрофторид) и неорганические (твердые) плохо растворимые при хроническом воздействии в малых концентрациях оказывают раздражающее и цитотоксическое действие на слизистые оболочки дыхательных путей [35, 75, 87, 183, 196, 221, 231, 273]. Двойной механизм действия обусловлен тем, что молекулы гидрофторида в тканях легко диссоциируют на агрессивные катионы водорода, вызывающие раздражение, и фторид-анионы, ответственные за локальную и системную токсичность [191, 229, 230, 254], что может проявляться в виде дополнительной заболеваемости бронхитом, бронхиальной астмой [35].

Специальными исследованиями хронического аэрогенного воздействия

формальдегида установлено выраженное сенсibiliзирующее действие на органы дыхания и, в первую очередь, на слизистую оболочку верхних дыхательных путей [274]. Сенсibiliзация может быть связана с антигенной стимуляцией иммунной системы и образованием иммуноглобулина Е, специфического к формальдегиду, увеличением содержания Т-лимфоцитов вторичного иммунного ответа [274]. Установлен дисбаланс окислительного фосфорилирования, инициирующий угнетение тканевого дыхания. Следствием этого процесса может являться снижение интенсивности анаэробного гликолиза и развитие дефицита АТФ [229]. Установлено, что вдыхаемый формальдегид повреждает эпителиальную ткань верхних дыхательных путей (носовая полость, трахея) [74, 242]. Отмечается дезорганизация, стратификация и кератинизация слизистой оболочки носовой полости. Эпителий слизистой оболочки носа характеризуется при этом потерей реснитчатых клеток с метаплазией бокаловидных клеток и гиперплазией плоскоклеточных клеток [242]. В клетках трахеи отмечаются гиперхроматические ядра. Между эпителиальными клетками наблюдается увеличение количества бокаловидных клеток с большими вакуолями, что приводит к увеличению производства слизи в ответ на раздражающее действие формальдегида [201].

В рамках исследований хронической экспозиции оксидов азота, являющихся общераспространенными загрязнителями атмосферного воздуха, доказано, что наибольшую опасность для человека представляет оксид и диоксид азота (NO и NO_2) [270]. NO и его метаболиты обладают прооксидантными свойствами [249, 270], что может вызывать перекисное окисление фосфолипидов и тиольных групп белков митохондриальной мембраны, в результате чего происходит высвобождение в цитозоль апоптогенных факторов. Хроническое воздействие азота диоксида протекает по раздражающему типу. Но, в отличие от других раздражающих газов, диоксид азота не вызывает сильной рефлекторной реакции, является относительно малорастворимым соединением и хорошо проникает через воздухопроводящие пути в легкие. Чаще всего при этом в легочной ткани повреждается альвеолярный эпителий и терминальная часть

респираторных бронхиол [153]. Механизм токсического действия NO_2 на ткань легких включает три ключевых звена – деструктивные изменения в альвеолярно-капиллярной мембране, гипоксию и повышение давления в малом круге кровообращения, что может приводить к усилению функциональной активности легких и бронхов (пиноцитоз, гипертрофия и отек клеток, гидропическая дисфункция) [173].

Многочисленными исследованиями длительного аэрогенного воздействия диоксида серы, относящегося также к группе общераспространенных загрязнителей атмосферного воздуха, показано, что данный газ обладает выраженным раздражающим действием, сочетающимся с резким неприятным запахом, в первую очередь, на слизистые оболочки органов дыхания [247].

Таким образом, существующие особенности и тенденции заболеваемости органов дыхания (наиболее распространенной, индикаторной патологии) у детей в регионах с размещением субъектов по производству глинозема, наличие причинно-следственных связей с ведущими аэрогенными химическими факторами риска, тропными к органам дыхания, обладающими способностью к потенцированию и синергизму при одновременном поступлении в организм, свидетельствуют о необходимости обеспечения эффективной оптимизации системы контроля в рамках социально-гигиенического мониторинга на муниципальном уровне в целях обеспечения безопасных санитарно-эпидемиологических условий и устранения негативных последствий для здоровья населения.

1.3 Современное состояние системы социально-гигиенического мониторинга для обеспечения динамического наблюдения за гигиенической ситуацией

Социально-гигиенический мониторинг в соответствии с Федеральным Законом Российской Федерации № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»³ (Статья 45) в качестве основной цели своей деятельности определяет выявление, анализ, оценку и прогноз изменений состояния здоровья населения и объектов среды обитания, установление и устранение негативных последствий вредного воздействия внешнесредовых факторов на здоровье человека. Система социально-гигиенического мониторинга, созданная в России в 1994 году [108], последовательно претерпевает функциональное развитие, поддерживаемое соответствующими законодательными актами Правительства РФ [107, 109] и нормативно-правовыми документами Федеральной службы Роспотребнадзора [90, 91, 94, 95].

Проведение социально-гигиенического мониторинга в субъектах Российской Федерации осуществляется на основе стандартных протоколов формирования данных по единой методической схеме, основная суть которой заключается в сборе, хранении, анализе и обработке информации о состоянии объектов среды обитания и показателях здоровья населения в учреждениях Роспотребнадзора на федеральном, региональном и муниципальном уровнях [77]. Полученная информационная база позволяет в разрезе регионов и муниципалитетов осуществлять: отбор ведущих загрязнителей по факторам объектов среды обитания и территориям для оптимизации лабораторного контроля и выделения наиболее значимых компонентов для ведения социально-гигиенического мониторинга; отбор приоритетных показателей нарушений здоровья, по которым следует вести слежение в системе СГМ; ранжирование хозяйствующих субъектов и отраслей промышленности по вкладу в загрязнение

³ О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: Федеральный закон № 52-ФЗ от 30.03.1999 г. (ред. от 26.07.2019). [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22481 (дата обращения 06.11.2019).

объектов среды обитания и по приоритетным факторам; ранжирование территорий по степени комплексной нагрузки на объекты среды обитания и население [13].

На основе постоянных системных наблюдений, проводимых на территории с учетом региональных особенностей и приоритетов обеспечения безопасных санитарно-гигиенических условий для проживания населения в субъекте Российской Федерации, выполняется формирование и ведение регионального информационного фонда данных (составной части ФИФ), необходимых для установления причинно-следственных связей между воздействием факторов среды обитания и состоянием здоровья населения. В основу получаемых данных заложена современная концепция анализа риска для прогнозирования состояния здоровья в связи с состоянием среды обитания [1, 33, 54, 82, 104, 112, 123, 130, 142, 162]. Актуализация данных позволяет в активном формате решать насущные сложные аналитические задачи управления санитарно-эпидемиологической ситуацией в интересах лиц, принимающих решения на различных структурно-функциональных уровнях в субъектах Российской Федерации (органы государственной власти и местного самоуправления, юридические лица и др.) [36]. Следует отметить, что результаты социально-гигиенического мониторинга и оценки риска здоровью населения в течение последних 5 лет ежегодно используются для принятия около 3100-3700 управленческих решений в Российской Федерации в целом, в том числе реализовано порядка 1900-3000 (61-88 %). Темп прироста принятых управленческих решений за период 2013-2018 гг. составил 22 % [96]. Предложенные решения реализованы в виде конкретных компенсационных действий в рамках региональных и муниципальных целевых программ для населения экологически неблагоприятных территорий, о чем свидетельствуют многочисленные публикации [12, 42, 43, 69, 86, 156, 167]. Мероприятия включают градостроительные, санитарно-гигиенические, медико-профилактические и иные действия, направленные на профилактику и снижение массовых неинфекционных заболеваний, детерминированных и/или ассоциированных с воздействием факторов риска.

Наиболее надежным и эффективным источником результативности при решении основных задач по установлению причинно-следственных связей между воздействием факторов среды обитания и состоянием здоровья населения являются результаты инструментальных и лабораторных измерений, проводимых в рамках социально-гигиенического мониторинга [14, 28, 64, 89, 113]. При этом качество получаемых данных имеет особо важное значение для разработки корректирующих мероприятий. Собираемая информация должна основываться на актуальных, релевантных и достоверных результатах контроля, адекватных существующей гигиенической ситуации по качеству объектов среды обитания, формируемым содержанием загрязняющих веществ. Данное положение в полной мере соответствует международно-признанным подходам и критериям [185, 194, 259, 263]. Только в этом случае возможно в полной мере обеспечение полноценной гигиенической оценки факторов среды обитания, т.е. получение представления не только о количественном содержании конкретной примеси (вещества) в изучаемом объекте среды обитания, но и о показателе состояния здоровья, адекватном действующему фактору и его уровню экспозиции [128, 237].

В связи с этим в ходе развития системы СГМ необходимым и обязательным условием является постоянное совершенствование и применение научно-обоснованных подходов к выбору размещения и обоснования необходимого количества точек контроля объектов среды обитания, оптимизации программ наблюдений, проводимых в рамках СГМ (по актуальным показателям контроля, периодичности, необходимому количеству наблюдений), адекватно текущей санитарно-гигиенической ситуации. [18, 79–81, 128, 148, 165, 237]. Необходимо отметить, что в условиях современного развития санитарного законодательства строго регламентированный порядок выбора точек и программ мониторинга качества атмосферного воздуха при осуществлении СГМ до настоящего времени не закреплен в нормативно-правовом пространстве. Информационно-методическим письмом Роспотребнадзора от 2016 года «Законодательное и методическое обеспечение лабораторного контроля за факторами среды обитания при проведении социально-гигиенического мониторинга» уточнены принципы

выбора мест проведения измерений [106], которые учитывают наличие жилой застройки, ее различные типы, размещение промышленных зон и сети магистралей по отношению к жилой застройке, зон отдыха, плотность и численность проживающего населения. Данным документом определено, что при организации лабораторного контроля качества атмосферного воздуха отбор проб в населенных местах осуществляется на стационарных, маршрутных и передвижных постах в соответствии с ГОСТ 17.2.3.01-86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества атмосферного воздуха населенных пунктов». При формировании перечня веществ для контроля необходимо опираться на ранее опубликованное Минздравом России информационное письмо «О списке приоритетных веществ, содержащихся в окружающей среде, и их влиянии на здоровье населения» (1997 г.) [102], а так же на предварительно собранную информацию по ряду показателей и созданные базы данных. При этом, что конкретно должна включать в себя эта информация и какие необходимо провести исследования для обоснования приоритетов, не детализируется. Согласно письму 1997 года, при формировании приоритетов для контроля в воздушной среде региона рекомендовано учитывать объем выбросов загрязняющего вещества и численность подверженного воздействию населения. Определен «короткий список» потенциально наиболее опасных для здоровья населения приоритетных веществ: азота диоксид, серы диоксид, углерода оксид, сероуглерод, водород фтористый, взвешенные вещества, бенз(а)пирен, бензол, сероводород, формальдегид, аммиак, свинец, никель, мышьяк, винилхлорид, стирол. Согласно письму 2016 года, обязательными исследуемыми веществами в атмосферном воздухе являются взвешенные частицы PM₁₀, азота диоксид, серы диоксид, углерода оксид [106]. В данном перечне наиболее распространенных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе первые три являются потенциально опасными для органов дыхания, последнее вещество – для сердечно-сосудистой системы, ЦНС, системы крови [154]. Значимость первоочередного контроля данных загрязнений определяется повышенной чувствительностью к их воздействию отдельных групп населения («групп

риска»). Например, исключительной чувствительностью к воздействию диоксидов азота и серы, обладают дети в силу анатомо-физиологических особенностей, имеющие хронические заболевания органов дыхания (например, бронхиальной астмой). У них при концентрациях диоксида азота на уровне $0,19 \text{ мг/м}^3$ наблюдается явление выраженного бронхоспазма, а при концентрации диоксида серы на уровне $0,25 \text{ мг/м}^3$ – значительное ухудшение самочувствия [106].

За последнее десятилетие органами и организациями Роспотребнадзора проделана достаточно большая научно-методическая работа по совершенствованию подходов к проведению инструментальных исследований атмосферного воздуха. Так, например, разработан унифицированный перечень показателей и стандартные протоколы формирования данных по качеству объектов среды обитания для ведения социально-гигиенического мониторинга, о чем свидетельствует достаточно большой перечень публикаций российских исследователей [102, 114, 128, 146]. В ряде исследований показано, что программы наблюдений за качеством атмосферного воздуха, реализуемые в рамках социально-гигиенического мониторинга, должны быть направлены, в первую очередь, на те компоненты, которые при кратковременном и/или длительном воздействии являются наиболее потенциально опасными для состояния здоровья и жизни населения [41]. Внедрение методов и технологий оценки, прогноза, управления, контроля и информирования о рисках здоровью населения в условиях новых опасностей химической природы, применение в качестве критериев безопасности референтных уровней при различных периодах воздействий привело к пониманию необходимости обязательного учета потенциальных угроз для человека при формировании программ мониторинга [122, 175, 216, 250, 255]. Оптимизация и развитие системы лабораторного обеспечения функционирования системы социально-гигиенического мониторинга способствовало переходу на качественно новый уровень химико-аналитических исследований [17, 149, 205, 277]. Интеграция методов биологического мониторинга человека [235, 260] в СГМ еще в большей мере способствовала

повышению эффективности и результативности мер и действий по оптимизации системы наблюдений в субъектах Российской Федерации. Так, например, в Пермском крае, Свердловской области, Красноярском крае и др. методы биомониторинга, как дополнительный функциональный элемент в деятельности системы СГМ, обеспечивают в совокупности получение надежных и доказательных результатов как для установления причинно-следственных связей в системе «качество среды обитания – химические факторы риска – здоровье населения» и угрозы причинения вреда жизни и здоровью человека, так и для реализации новой функции по установлению источника этой угрозы (при ее наличии) [8, 29, 70, 159, 171, 246, 260]. Результаты анализа и оценок, полученные в рамках биомониторинга, позволяют определять и уточнять: фактические уровни и спектр химических веществ, формирующих экспозицию, ее длительность по уровню содержания адекватных им химических веществ и/или их метаболитов в биосредах групп повышенного риска здоровью; приоритетные территории (зоны, участки), фоновые уровни содержания токсичных веществ в биосредах экспонированного и/или неэкспонированного населения, точки мониторинга загрязняющих веществ в объектах среды обитания; программы инструментальных исследований, в том числе актуальные показатели и минимально достаточное число наблюдений по ним, в зонах влияния объектов, представляющих наибольшую потенциальную опасность причинения вреда здоровью [5, 8, 29, 46, 70, 78, 88].

Детальные исследования показывают, что при обосновании перечня, объема и длительности наблюдений необходимо выделять те примеси, которые обладают аддитивностью и/или потенцированием повреждающего действия при одновременном длительном поступлении в организм, а, следовательно, являются наиболее потенциально опасными для здоровья человека [195, 207, 212, 224]. Последнее утверждение имеет большое значение для регионов с развитой многопрофильной промышленностью или с размещением особо крупных градообразующих производств, где в атмосферу с пылегазовыми выбросами поступает достаточно широкий перечень веществ с различной химической

структурой, в том числе 1-го и 2-го классов опасности [3, 19, 119, 209, 222, 264]. К таким регионам относятся, например, города Ачинск, Краснотурьинск и Каменск-Уральский. Эти городские поселения относятся к категории моногородов и характеризуются размещением крупнейших производств глинозема и первичного алюминия: Богословский алюминиевый завод, Каменск-Уральский металлургический завод, Ачинский глиноземный комбинат. Последний входит в состав мощнейшего комплекса предприятий алюминиевой промышленности, сконцентрированного преимущественно в г. Красноярске: АО «РУСАЛ Красноярский алюминиевый завод» – АО «РУСАЛ Ачинский глинозёмный комбинат» – ООО «Красноярский металлургический завод». В связи с высоким уровнем производства объемы валовых выбросов от стационарных источников за последние 5 лет обуславливают высокий рейтинг вышеперечисленных предприятий в перечне ведущих загрязнителей атмосферного воздуха населенных мест Красноярского края и Свердловской области, формирующих высокую техногенную нагрузку на население [98, 99, 152]. Выбросы такого производства, как Ачинский глиноземный комбинат, содержат до 60 наименований веществ и групп примесей⁴, большая половина которых (58 %) обладают однонаправленным повреждающим действием на органы дыхания при длительном комплексном аэрогенном поступлении в организм.

Непростой научной проблемой обеспечения репрезентативности получаемых результатов в условиях достаточно больших по площади территорий городов и большой численности населения, подвергающегося различным уровням аэрогенной экспозиции, является обоснование мест расположения и минимально-достаточного количества точек для отбора проб атмосферного воздуха [79]. Внедрение в практику унифицированных технических и программных средств на основе единых форматов для расчетов рассеивания выбросов и формирования приземных концентраций загрязнений позволило проводить пространственный анализ распределения полей концентраций на территории, что стало важнейшим инструментом для выделения наиболее проблемных зон (участков) и

⁴ Сведения государственной статистической отчетности (форма 2ТП Воздух) г. Ачинск, 2018 год.

совершенствования подходов к выбору мест расположения, количества точек и уточнения примесей для контроля [53, 133, 178]. Инновационное развитие компьютерно-телекоммуникационных технологий и внедрение географических информационных систем (ГИС-технологий), позволяющих объединять и отображать информационную часть практически любого размера на едином картографическом пространстве (векторной карте), обеспечило наибольшую востребованность результатов расчетов рассеивания загрязнения атмосферного воздуха для задач оптимизации размещения стационарных постов наблюдения в зонах конкретной экспозиции [21, 25, 27, 134]. Совершенствование информационно-аналитического обеспечения, позволившего создавать наукоемкие электронные ресурсы для обработки и визуализации разнородной информации, способствовало дальнейшему развитию научно-методической поддержки оптимизации деятельности СГМ, в том числе выбора точек контроля и формирование программ мониторинга [48, 163]. В настоящее время осуществляется разработка и реализация предложений по развитию информационно-аналитического обеспечения и программно-аппаратного комплекса СГМ в рамках Единой информационно-аналитической системы (ЕИАС) Роспотребнадзора с учетом реализации национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [136]. Предпринимаемые действия направлены на повышение эффективности взаимодействия с представителями федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих деятельность на территории субъектов РФ, органов исполнительной власти субъектов РФ, юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями по обмену информации о состоянии среды обитания и здоровья населения, содержащейся в государственной системе СГМ, реализуемой на территории субъекта РФ.

В соответствии с приоритетными направлениями, обозначенными в проекте Концепции развития системы социально-гигиенического мониторинга Российской Федерации на период до 2030 года [62] и в проекте Положения «О проведении социально-гигиенического мониторинга в субъекте Российской Федерации» (ноябрь 2019 г.), в числе первоочередных задач сохраняется

необходимость совершенствования и унификации методов формирования и реализации программ инструментальных и лабораторных исследований в рамках системы СГМ, взаимосвязи с надзорными и лабораторными информационными системами, развития методов и критериев определения мониторинговых точек в зависимости от уровня функционирования системы СГМ. В этой связи, для надлежащего обеспечения динамического наблюдения и прогноза гигиенической ситуации особое внимание, согласно релевантным исследованиям, в субъектах РФ должно уделяться местам постоянного проживания – селитебным застройкам, где сосредоточена наибольшая численность населения, подвергающегося аэрогенной экспозиции, и формируется воздействующими факторами наибольший неприемлемый суммарный риск развития негативных эффектов со стороны критических органов и систем-мишеней [79, 124]. Федеральным проектом «Чистый воздух» в рамках национального проекта «Экология» определены приоритетные регионы и муниципалитеты Российской Федерации, для которых проблемы рисков причинения вреда здоровью, связанных с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха, проживающему в них населению, стоят особенно остро [126]. В список этих регионов входят города с функционированием крупных промышленных предприятий преимущественно горно-добывающего и металлургического комплексов (гг. Братск, Магнитогорск, Медногорск, Норильск, Красноярск, Челябинск, Чита и др.). В рамках реализации Федерального проекта «Чистый воздух» разработаны и апробированы на ряде пилотных территорий (гг. Красноярск и Чита) научно обоснованные методические подходы к выбору количества и мест расположения точек контроля качества атмосферного воздуха, обоснованию программ наблюдения с учетом особенностей существующей сети социально-гигиенического мониторинга [79].

Многочисленные публикации, связанные с совершенствованием деятельности системы СГМ на современном этапе, касаются преимущественно городов, относящихся к достаточно крупным регионам РФ. В то время как на значительном ряде территорий муниципального уровня, к числу которых относится и город Ачинск Красноярского края, значительный круг проблем по

оптимизации сети социально-гигиенического мониторинга для обеспечения эффективного динамического наблюдения остается недостаточно изученным и требует детального рассмотрения.

Несмотря на имеющиеся отдельные рекомендации по совершенствованию системы СГМ на уровне муниципалитета [29], не исследованы в достаточной степени вопросы особенностей формирования показателей качества атмосферного воздуха и показателей приоритетных нарушений здоровья населения, в частности, заболеваний органов дыхания, ассоциированных с загрязнением атмосферного воздуха химическими веществами, применительно к реальной санитарно-гигиенической ситуации в сравнительном структурном и пространственно-временном аспектах. На основе количественной параметризации статистических математических моделей не проводилась верификация химических факторов причинения вреда здоровью детей в виде состоявшихся заболеваний, детерминированных аэрогенной химической экспозицией, присущей конкретному муниципальному образованию, при нарушении обязательных требований санитарного законодательства хозяйствующими субъектами по производству глинозема. Для задач обоснования выбора точек и формирования программ наблюдений за состоянием атмосферного воздуха необходима разработка методических подходов к приоритизации воздействующих факторов и негативных ответов с учетом научно обоснованных биомаркеров экспозиции и негативных эффектов по результатам эпидемиологических и специальных выборочных контролируемых исследований, оценки информативности показателей расчетного риска и фактически причиненного вреда здоровью. Не в полной мере разработано научное обоснование корректировки размещения и количества точек контроля, а так же динамического корректирования программы мониторинговых наблюдений СГМ с учетом результатов приоритизации загрязняющих веществ и негативных ответов по критериям причинения вреда здоровью в виде развития заболеваний, в первую очередь, органов дыхания. Требуется обоснование подходов к разработке и оценке эффективности мероприятий для принятия управленческих решений о необходимых санитарно-

гигиенических и профилактических мерах, направленных на снижение и устранение негативных последствий, с учетом результатов доказанного причинения вреда здоровью детей.

Представленные проблемы в полной мере являются значимыми для города Ачинска Красноярского края, где существующая государственная система социально-гигиенического мониторинга качества атмосферного воздуха в соответствии с реальными вызовами и угрозами здоровью детского населения, в первую очередь, в связи с заболеваниями органов дыхания, требует принятия адекватных и надежных оптимизационных решений, направленных на повышение эффективности деятельности.

На основании вышеизложенных проблем определены основные направления, перечень и особенности предмета, объекта, методов и объемов настоящего исследования.

ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДЫ И ОБЪЕМ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа 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.

Решение задач диссертационного исследования выполнено с помощью комплекса санитарно-гигиенических с элементами эпидемиологических, социологических, статистических методов, адекватных сформулированной цели исследования. Используются: методология оценки риска здоровью и его эволюции при воздействии аэрогенного химического фактора; методы пространственно-временного анализа с использованием ГИС-технологий; методы рентгеноспектрального анализа и электронной сканирующей микроскопии; алгоритм доказательства причинения вреда здоровью в виде факта состоявшегося заболевания органов дыхания на основе углубленных исследований с проведением химико-аналитических, гематологических, биохимических, иммунологических, клинических и функциональных методов; методы математического моделирования причинно-следственных связей, элементы системного анализа; методы оценки экономических потерь.

Объектами исследования являлся крупный хозяйствующий субъект по производству глинозема – источник загрязнения среды обитания (г. Ачинск Красноярского края); качество атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы, пищевых продуктов; состояние здоровья детского населения, подвергающегося ненормативному воздействию химических факторов атмосферного воздуха; информативность показателей риска и фактически причиненного вреда здоровью.

Предметом исследования являлись характеристика источников формирования химической нагрузки на территории размещения производства глинозема; количественные характеристики загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы, пищевых продуктов; количественные параметры и

особенности пространственного распределения показателей риска, обусловленного заболеваниями органов дыхания, параметры состояния индивидуального и популяционного здоровья детского населения; анкеты, карты специализированного клинического осмотра детей, протоколы функционального, общеклинического, биохимического и иммунологического обследования, химико-аналитического анализа, пробы биосубстратов (кровь, моча, назальный секрет, буккальный эпителий), параметры причинно-следственных связей для оценки реализации риска в виде причиненного вреда 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 исследований
1	2	3
Технология производства глинозема. Категория деятельности хозяйствующего субъекта, осуществляющего производство глинозема по потенциальному риску причинения вреда здоровью. Идентификация потенциальной опасности для органов дыхания по данным статистической отчетности по форме 2-ТП «воздух» для АО «РУСАЛ Ачинск» (2017 г.)	Метод обобщения. Расчет потенциального риска причинения вреда здоровью, показателей сравнительной канцерогенной и неканцерогенной опасности (HR1c, HRI)	1 хозяйствующий субъект, 6 технологических инструкций; 3 показателя потенциального риска в соответствии с видами деятельности; 28 HRI; 3 HR1c.
Качество объектов среды обитания: - <i>атмосферный воздух</i> по данным мониторинговых наблюдений за 2012-2018 гг. ФГБУ «Среднесибирское УГМС», Минприроды Красноярского края, ФБУЗ «ЦГиЭ в Красноярском крае»; по данным натурных исследований в 2017 г. ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» и ФБУЗ «ЦГиЭ в Красноярском крае»; - <i>питьевая вода</i> ЦХПВ по данным мониторинговых наблюдений в 2012-2017 гг. ФБУЗ «ЦГиЭ в Красноярском крае»; - <i>почва</i> по данным мониторинговых наблюдений в 2012-2017 гг. ФБУЗ «ЦГиЭ в Красноярском крае», - <i>пищевые продукты</i> , реализуемые через торговую сеть, по данным мониторинговых наблюдений ФБУЗ «ЦГиЭ в Красноярском крае» в 2012-2017 гг.	Санитарно-гигиеническая оценка качества объектов среды обитания на соответствие национальным критериям безопасности. Химико-аналитическое исследование проб атмосферного воздуха методами ВЭЖХ, масс-спектрометрии, газовой хроматографии, ион-селективной потенциометрии, рентгеноспектрального (микронзондового) анализа. Картографическое представление методом пространственно-временного анализа в среде ГИС ARCGIS	2 территории: г. Ачинск, г. Сосновоборск. г. Ачинск: 5 точек маршрутных постов наблюдения ФБУЗ «ЦГиЭ в Красноярском крае», 3 стационарных поста наблюдения ФГБУ «Среднесибирское УГМС», 1 стационарный пост ТСН; 514 185 разовых и среднесуточных проб атмосферного воздуха по 16 химическим веществам; 50 среднесуточных проб взвешенных веществ на химический и морфометрический состав; 1635 элементопределений; 1725 проб воды системы ЦХПВ (210 точек контроля, 10 веществ); 619 проб почвы (18 точек контроля, 7 веществ); 10 видов пищевых продуктов, 1833 пробы, 2 вещества г. Сосновоборск: 7 точек контроля атмосферного воздуха по данным ФБУЗ «ЦГиЭ в Красноярском крае»

Продолжение Таблицы 2.1

1	2	3
		595 разовых и среднесуточных проб атмосферного воздуха, 20 веществ; 321 проба воды системы ЦХПВ (9 точек контроля, 10 химических веществ); 82 пробы почвы (5 точек контроля, 7 химических веществ); 6 видов пищевых продуктов (2 точки контроля, 2 химических вещества).
Аэрогенная экспозиция. Канцерогенный и неканцерогенный риск здоровью населения г. Ачинск и г. Сосновоборск. Эволюция риска развития заболеваний органов дыхания	Расчет и оценка параметров экспозиции (ADDch, LADD), индивидуального и популяционного канцерогенного и неканцерогенного риска (ICR, PCR, HQ, HI). Метод расчета эволюции (дополнительного) риска в течение жизни (\check{P}_j)	г. Ачинск: 25 веществ, 104 ADDch для взрослого и детского населения; 5 ICR для 3 веществ; 80 HQ, 4 HI; 21 вклад веществ в HI. г. Сосновоборск: 13 веществ, 56 ADDch для взрослого и детского населения; 4 ICR для 3 веществ, 1 PCR; 42 HQ, 4 HI; 10 вкладов веществ в HI
Численность населения в зоне аэрогенной экспозиции	Расчет и оценка численности методом пространственно-временного анализа с использованием ГИС-технологий	11 показателей численности экспонированного населения в половозрастном разрезе
Оценка категории видов деятельности хозяйствующего субъекта, осуществляющего производство глинозема, по потенциальному риску причинения вреда здоровью населения: региональный реестр хозяйствующих субъектов (кол-во производственных объектов на 2018 г.), форма № 1-ЮР государственной статистической отчетности по «Сведения о работе по государственной регистрации юридических лиц» за 2012-2018 гг.	Классификация хозяйствующих субъектов по степени потенциальной опасности причинения вреда здоровью	Сведения по видам деятельности 1 хозяйствующего субъекта, включающего 28 производственных объектов
Состояние здоровья детского населения г. Ачинск, г. Сосновоборск: заболеваемость за 2014-2018 гг. по данным федеральной статистической отчетности по форме № 12	Статистический анализ структурно-динамических показателей. Эпидемиологический анализ: расчет отношения шансов и доверительного интервала (OR, DI), риска (R), отношения рисков (RR),	Структура общей и впервые выявленной неинфекционной заболеваемости в разрезе 14 классов болезней, в том числе в разрезе класса болезней органов дыхания 8 нозологий. 6 OR и DI, 6R, 6 RR; 18 моделей зависимости.

Окончание Таблицы 2.1

1	2	3
«Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания лечебного учреждения», по данным обращаемости за медицинской помощью (база данных по обращаемости)	дополнительных случаев заболеваний, ассоциированных с аэрогенной экспозицией). Методы регрессионного анализа при статистическом моделировании причинно-следственных связей факторов аэрогенной экспозиции и обращаемости за медицинской помощью	Обращаемость за медицинской помощью детского населения по причине заболеваний органов дыхания: г. Ачинск – 15 239 детей 4-17 лет, г. Сосновоборск – 5 429 детей 4-17 лет; 6 показателей OR с доверительным интервалом, 18 моделей зависимости; 1 850 единиц информации
Углубленное обследование детей г. Ачинск, г. Сосновоборск	Количественное определение в биосредах содержания химических веществ методами химико-аналитического анализа: ВЭЖХ, масс-спектрометрии, ион-селективной потенциометрии. Клинические, функциональные, инструментальные гематологические, биохимические, иммунологические, иммуногенетические, иммуноферментные методы. Метод раздаточного анкетирования. Методы регрессионного анализа при статистическом моделировании причинно-следственных связей в системе «аэрогенная экспозиция химических факторов – маркер экспозиции – маркер негативного эффекта – негативный ответ»	224 ребенка г. Ачинск (группа наблюдения); 51 ребенок г. Сосновоборск (группа сравнения); 12 веществ в биосредах: 10 в крови, 2 в моче, 3 300 элементоопределений; 12 100 исследований по 44 лабораторным показателям; 7150 инструментальных и функциональных исследований по 26 показателям; 275 анкет. 67 моделей зависимости. 19 биомаркеров эффекта. 8 биомаркеров экспозиции.
Доказательство причинения вреда здоровью	Алгоритм формирования доказательной базы причинения вреда здоровью	г. Ачинск: 51 ребенок с доказанным причиненным вредом
Актуализация системы СГМ	Метод расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Расчет и оценка параметров неканцерогенного риска. Визуализация результатов расчета методом пространственно-временного анализа в среде ГИС ARCGIS. Кластерный анализ. Метод верификации результатов расчетов рассеивания результатами мониторинговых и натурных наблюдений; риска заболеваний органов дыхания, результатами доказательства причиненного вреда. Статистический анализ	г. Ачинск: 26 расчетных среднегодовых концентраций в атмосферном воздухе для 26 веществ; 2 кластера и 2 репрезентативные точки контроля; 15 веществ для контроля
Оценка экономических потерь	Метод расчета экономических потерь	г. Ачинск: 5 показателей экономических потерь
Всего		Более 800 тыс. ед. информации

Характеристика производства глинозема как источника влияния на состояние объектов окружающей среды селитебной застройки представлена на примере деятельности крупного хозяйствующего субъекта АО «РУСАЛ Ачинский

Глиноземный Комбинат» (АО «РУСАЛ Ачинск») и выполнена на основании технологических инструкций ТИ 06-2015, ТИ 07-2015, ТИ 04-2016, ТИ 05-2016, ТИ 456.30.01-2017, ТИ 456.30.38-2018. Категорирование видов деятельности хозяйствующего субъекта, осуществляющего производство глинозема, по потенциальному риску причинения вреда здоровью выполнена в соответствии с алгоритмом, представленном в МР 5.1.0116-17 «Риск-ориентированная модель контрольно-надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия. Классификация хозяйствующих субъектов, видов деятельности и объектов надзора по потенциальному риску причинения вреда здоровью человека для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий». Информация по видам деятельности 28 производственных объектов использована из регионального реестра хозяйствующих субъектов и их производственных объектов, подлежащих санитарно-эпидемиологическому надзору (по состоянию на 2018 г.). Выбор веществ для оценки содержания в атмосферном воздухе основан на результатах идентификации потенциальной опасности химических веществ для развития заболеваний органов дыхания, выбрасываемых в атмосферу от источников субъекта по производству глинозема и сопутствующей обработки металлических отходов и лома. Выполнена в соответствии с Руководством 2.1.10.1920-04 [154] по данным формы 2-ТП «воздух» для АО «РУСАЛ Ачинск» и ООО «РусИнжиниринг» на 2017 год, разрешения на выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников АО «РУСАЛ Ачинск» на 2017 год. Выбор веществ для оценки содержания в питьевой воде, почве, пищевых продуктах основывался на результатах идентификации потенциальной опасности химических веществ для органов дыхания и являющихся компонентами выбросов в атмосферный воздух от источников производства глинозема.

Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха в селитебной застройке г. Ачинск выполнена по данным ФГБУ «Среднесибирское Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» Министерства экологии и рационального природопользования Красноярского края, полученных

в ходе мониторинговых наблюдений (4 стационарных поста наблюдения), а также по данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае», полученных в рамках СГМ (5 маршрутных точек наблюдения). Всего в период 2012-2018 гг. контролировали от 4 до 14 веществ. Общий объем исследований составил 513 847 проб. Критериями оценки концентраций веществ являлись ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений».

Натурные исследования содержания 12 химических веществ (алюминий, марганец, хром, никель, медь, ванадий, фтористый водород, твердые фториды плохо растворимые, взвешенные частицы $PM_{2,5}$ и PM_{10} , толуол, о-, м-, п-ксилолы) в атмосферном воздухе жилой застройки в зоне экспозиции изучаемого хозяйствующего субъекта выполнены в 2017 году с применением методов ВЭЖХ, масс-спектрометрии, газовой хроматографии, ион-селективной потенциометрии. Объем исследований составил 338 среднесуточных проб атмосферного воздуха⁵, 1 635 элементопределений. Исследование взвешенных частиц (50 среднесуточных проб атмосферного воздуха⁶) на морфометрический и химический состав выполнено методом рентгеноспектрального (микронзондового) анализа с помощью электронного сканирующего микроскопа JSM-63090LV, дополнительно оснащенного приставкой-анализатором типа РЭМ-100У, с использованием анализа изображений (ImageJ-Fiji)⁷.

Оценка качества питьевой воды ЦХПВ, подаваемой населению из поверхностного и подземного водоисточников г. Ачинск, выполнена по данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае», полученным в рамках СГМ в 210 точках за период 2012-2017 гг. Объем исследований составил 1 725 проб по 10 веществам. Критериями оценки концентраций веществ в питьевой воде являлись ГН 2.2.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК)

⁵ Отбор проб выполнен ФБУЗ «ЦГиЭ в Красноярском крае». 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».

⁶ Отбор проб выполнен ФБУЗ «ЦГиЭ в Красноярском крае» в г. Ачинск.

⁷ Исследования выполнены в центре коллективного пользования Пермского национального исследовательского политехнического университета.

химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».

Оценка качества почвы и пищевых продуктов, реализуемых через торговую сеть на территории г. Ачинск, выполнена по данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае» полученных в рамках СГМ за период 2012-2017 гг. Объем исследований почвы составил 1 725 проб по 10 веществам, пищевых продуктов – 15 проб по 2 веществам. Критериями оценки концентраций веществ в почве являлись ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве», в пищевых продуктах – СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов».

Оценка риска развития канцерогенных и неканцерогенных эффектов со стороны органов дыхания у детей при воздействии химических веществ, обладающих однонаправленным действием, выполнена в соответствии с Руководством 2.1.10.1920-04. Установление численности и структуры детского населения в зоне неприемлемого риска ($HI > 1$) выполнено на основе пространственно-временного моделирования распространения химических веществ при длительном поступлении от источников АО выбросов «РУСАЛ Ачинск» (172 организованных и 24 неорганизованных источников) в приземном слое атмосферы с использованием программы УПРЗА «Эколог 3.0», «Эколог-средние». Расчет выполнен в 6 630 точках расчетной сетки на площади 258,72 км² в расчетном прямоугольнике 16,8 км × 15,4 км, шаг по оси X и Y 200 м с центром в геометрическом центре векторной карты территории города⁸.

Заболеваемость и смертность детей по причине болезней органов дыхания на популяционном уровне оценивали по общей и впервые выявленной заболеваемости (распространенность, динамика) по классу «Болезни органов дыхания» в целом и в разрезе нозологических форм за 2014-2017 гг. на основании анализа данных формы государственной статистической отчетности № 12

⁸ 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».

«Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации», выкопированных данных ФОМС по Красноярскому краю о фактической обращаемости за медицинской помощью за период 2014-2017 гг. Выполнено адресное геокодирование точек проживания детского населения г. Ачинск с привязкой реестра случаев обращаемости застрахованных лиц в точках проживания к карте города с помощью пространственного пересечения с использованием ArcGIS 9.3.

Оценку связи заболеваемости детей болезнями органов дыхания с аэрогенным воздействием химического фактора проводили в ходе эпидемиологического исследования по расчету отношения шансов (OR), показывающего во сколько раз шансы заболеть у детей, подвергающихся экспозиции, выше, чем у детей без экспозиции [174]. При $OR > 1$ предполагаемый фактор риска оценивали как «значимый». Оценку достоверности связи «воздействие – ответ» проводили по 95%-ному доверительному интервалу. При нижней границе $DI > 1$ связь считали достоверно установленной. Для нозологий с установленной статистически достоверной связью с фактором риска рассчитывали показатель риска (R) по формуле:

$$R = 1 - \exp(-It), \quad (2.1)$$

где R – риск;

I – частота случаев заболевания у детей, рассчитываемая отдельно для экспонированных и неэкспонированных детей;

t – период прогнозирования, составляющий 1 год.

Для оценки популяционного риска (ПР – число дополнительных случаев заболеваний, которые могут возникнуть в следующем году при сохраняющемся уровне воздействия изучаемого фактора) выполняли количественную оценку влияния фактора на развитие заболевания по расчету отношения рисков (OR, показывает во сколько раз действие изучаемого фактора увеличивает фоновую вероятность заболеть) и разницы рисков (RR, показывает на сколько повышается заболеваемость в присутствии изучаемого фактора), которые рассчитывали по

формулам:

$$OP = P_3/P_0 \quad (2.2)$$

$$PP = P_3 - P_0 \quad (2.3)$$

где P_3 – абсолютный риск развития заболевания у детей, подвергавшихся воздействию химических факторов риска;

P_0 – абсолютный риск развития заболевания у детей, не подвергавшихся воздействию химических факторов риска.

$$IPR = PP \times \text{численность населения} \quad (2.4)$$

Оценка причинения вреда здоровью детей как критерия реализации риска, детерминированного воздействием аэрогенного химического фактора, обусловленного хозяйственной деятельностью субъекта по производству глинозема, выполнена на примере результатов углубленного исследования (реализованного в период февраль-август 2017 г.) с элементами эпидемиологического анализа в соответствии с МУ 2.1.10.3165-14 «Порядок применения результатов медико-биологических исследований для доказательства причинения вреда здоровью населения негативным воздействием химических факторов среды обитания». Скрининговым медицинским обследованием охвачено 224 ребенка из г. Ачинск (группа наблюдения) и 51 ребенок из г. Сосновоборск (группа сравнения) Красноярского края в возрасте 4–7 лет⁹, посещающих дошкольные образовательные организации. Группы детей сопоставимы по возрастно-гендерным показателям, гигиеническим условиям проживания, образу жизни, в том числе качеству и рациону питания, социально-экономическому уровню семьи. Все процедуры обследования выполнены с обязательным соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (1964, 2008); согласованы с этическим комитетом ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью

⁹ 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».

населения» (Протокол № 1 от 22.03.2017). От каждого представителя обследованного ребенка получено информированное согласие на проведение исследований.

Количественное определение содержания 12 химических веществ в биологических средах (в крови алюминия, ванадия, марганца, никеля, хрома, меди, о-, п-, м-ксилолов, толуола, формальдегида, в моче фторид-иона и алюминия) выполнено химико-аналитическими методами газовой и ВЭЖ-хроматографии, масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой, ион-селективной потенциометрии (всего 3 300 элементопределений¹⁰) в соответствии с МУК 4.1.765-99, МУК 4.1.773-99, МУК 4.1.1482-03, МУК 4.1.2111-06, МУК 4.1.3230-14, СТМ25-2016. В качестве критериев оценки результатов применяли референтные уровни [57], показатели группы сравнения. Перечень исследованных гематологических, биохимических, иммунологических показателей в биосредах, выполненных унифицированными методами¹¹ [56, 67], учитывал, что критическим органом-мишенью воздействия изучаемых соединений являются органы дыхания (всего 12 100 исследований по 44 показателям). Оценка активности процессов окисления выполнена по содержанию гидроперекисей липидов в сыворотке крови и МДА в плазме крови; антиоксидантной защиты – по уровню активности Cu/Zn-СОД в сыворотке крови и АОА плазмы крови; нарушений иммунорегуляции – по показателям специфической (уровень IgE к марганцу, хрому и IgG к алюминию в сыворотке крови) и неспецифической сенсibilизации (уровень IgE общего в сыворотке крови, эозинофилов и эозинофильно-лимфоцитарного индекса в крови, индекса эозинофилии в назальном секрете); обмен нейромедиаторов шунта ГАМК вегетативной регуляции функции дыхания – по содержанию γ -аминомасляной и глутаминовой кислот в сыворотке крови; активность кроветворения – по

¹⁰ 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».

¹¹ 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».

количеству форменных элементов в крови (эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов, ретикулоцитов), гемоглобина, гематокрита; клеточного и гуморального звена иммунитета – по содержанию абсолютного и относительного числа лимфоцитов CD127⁺ и CD95⁺, интерлейкина-1бета; активность воспалительной реакции и апоптоза – по содержанию белков Вах и bcl2, TNF-рецептора, С-реактивного белка в сыворотке крови. Исследования выполнены с использованием автоматических анализаторов: биохимического (Konelab 20, ThermoFisher, Финляндия), иммуноферментного (Infinite F50, Tecan, Австрия), гематологического (AcT5diff AL, Bactman Coulter Inc., США, Франция), проточного цитофлуориметра (FACSCalibur, Becton Dickinson and company, США). Критериями оценки результатов являлись физиологические нормы, показатели группы сравнения.

Клиническое обследование осуществлено стандартными клиническими методами в соответствии со специально разработанными протоколами.

Состояние органов дыхания оценивали: проходимость носовых ходов – методом риноманометрии с исследованием и оценкой количественных параметров скорости потока для половин носа на выдохе в реперных точках, суммарной скорости потоков для половин носа на выдохе в реперных точках, общей суммарной скорости потоков для обеих половин носа (система риноманометрии «SRE 2000» с датчиком Rhinostream; Interacoustics A/S, Дания); функцию внешнего дыхания – методом спирометрии с исследованием и оценкой объемных и скоростных показателей: жизненной емкости легких (SVC), форсированной жизненной емкости легких (FVC), объема форсированного выдоха за первую секунду (FEV1), индекса Генслера (FEV1/FVC), форсированного экспираторного потока на уровне 25 %, 50 % и 75 % от ФЖЕЛ (MEF 25, MEF 50, MEF 75), пикового экспираторного потока (PEF) и минутного объема дыхания (MV). Применяли спирометр «Schiller PS spirometry» с датчиком SP-260 (Schiller AG, Швейцария. Для расчета должных значений применяли нормативные стандарты для детей по Knudsen. Всего 7 150 исследований по 26

показателям¹². Клинические диагнозы установлены на основании результатов комплексного клинико-функционального и лабораторного обследования в соответствии с действующими протоколами и алгоритмами клинической диагностики и МКБ 10-го пересмотра.

Статистическую обработку результатов выполняли с учетом характера распределения массива данных, который оценивали, используя критерий Колмогорова-Смирнова. При соответствии случайных величин анализируемых показателей закону нормального распределения использовали параметрические методы статистики с расчетом статистических характеристик: среднее значение (M); стандартное отклонение (δ); ошибка репрезентативности (m), максимальное и минимальное значение показателя в группе, доля проб с изменением уровня показателя выше и/или ниже относительно физиологической нормы или среднего значения в группе сравнения, двухвыборочный критерий Стьюдента ($t \geq 2$) при оценке статистической достоверности (p) межгрупповых различий и критерий Фишера ($F > 3,96$) при оценке различия дисперсий при заданном критерии значимости $p \leq 0,05$. Статистический анализ данных, полученных в ходе исследования, проводили с помощью программного комплекса Statistika 6.0 и самостоятельно разработанного программного обеспечения, совместимого с MS Excel¹³ [26].

Построение математических моделей причинно-следственных связей выполнено в системе «аэрогенная экспозиция потенциально опасных химических веществ – биомаркеры экспозиции (повышенное содержание химических веществ в биосредах) – биомаркеры негативного эффекта (отклонение клинико-функциональных и лабораторных показателей от физиологической нормы) – негативный ответ (заболевания органов дыхания)». Биомаркеры экспозиции обосновывали на основании установленных достоверных связей аэрогенной экспозиции с концентрацией вещества в крови/моче с помощью построения

¹² Исследования выполнены в отделении функциональных методов диагностики (зав. отделением Ю.А. Ивашова) ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

¹³ Исследования выполнены в отделе математического моделирования систем и процессов (зав. отделом, к.т.н. Д.А. Кирьянов).

модели линейной регрессии, описываемого уравнением вида [26]:

$$y = a_0 + a_1 x, \quad (2.5)$$

где y – маркер экспозиции (содержание химического вещества в биосредах, мг/дм³);

x – аэрогенная экспозиция фактора риска (концентрация, мг/м³; доза мг/(кг×сутки));

a_0, a_1 – параметры регрессионной модели.

Связь вероятности развития заболеваний органов дыхания у детей (по данным обращаемости за медицинской помощью) с экспозицией (доза вещества из атмосферного воздуха), а так же биомаркеров экспозиции (содержание веществ в биосредах) с биомаркерами неканцерогенных эффектов (лабораторные и функциональные показатели) определяли на основании построения моделей логистической регрессии, описываемых уравнением вида:

$$P = \frac{1}{1 + e^{-\ln(b_0 + b_1 y)}}, \quad (2.6)$$

где P – вероятность отклонения биомаркера негативного эффекта от физиологической нормы;

y – биомаркер экспозиции (содержание химического вещества в биосредах, мг/дм³а);

b_0, b_1 – параметры регрессионной модели.

Проверку статистических гипотез относительно параметров регрессионных моделей проводили с использованием дисперсионного анализа по критерию Фишера, коэффициенту детерминации (R^2) и t -критерию Стьюдента. Оценку адекватности и достоверности выполняли для уровня значимости 0,05 [26].

При аэрогенном воздействии комплекса химических веществ определяли интегральную вероятность развития заболеваний органов дыхания, которую рассчитывали по формуле:

$$P = 1 - \prod_{i=1}^M (1 - p_i), \quad (2.7)$$

где M – количество аэрогенно действующих химических веществ,
 p_i – вероятность развития заболевания при воздействии i -го вещества.

Формирование базы и доказательство причинения вреда здоровью детей в виде факта состоявшегося заболевания органов дыхания, детерминированного воздействием аэрогенного фактора, выполнено с использованием подходов, представленных в МУ 2.1.10.3165-14 «Порядок применения результатов медико-биологических исследований для доказательства причинения вреда здоровью населения негативным воздействием химических факторов среды обитания». Степень тяжести причиненного вреда оценивали в соответствии с медико-биологическими критериями квалифицирующих признаков, разработанными на базе медицинских критериев для определения степени тяжести вреда, причиненного здоровью человека (Приказ Минздравсоцразвития РФ от 24.04.2008 г. N 194н).

Сопоставительный анализ риска и фактически причиненного вреда здоровью детей выполнен по результатам расчета и оценки риска и доказанного причинения вреда здоровью в виде фактически состоявшегося заболевания органов дыхания, детерминированного химическим фактором хронической аэрогенной экспозиции, связанной с хозяйственной деятельностью субъекта по производству глинозема.

Экономическая оценка потерь от заболеваемости детского населения г. Ачинск болезнями органов дыхания выполнена с использованием данных ФОМС за 2017 год в целом по классу заболеваний в соответствии существующими методическими подходами к расчету экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации населения [83].

Для уточнения локализации репрезентативной зоны наблюдений адекватной зоне максимального воздействия выполняли расчет зон риска причинения вреда здоровью и определяли его пространственное размещение. По результатам оценки доказанного вреда в эпидемиологических и углубленных исследованиях

корректировали размер и конфигурацию зоны. Уточненную зону, одновременно, рассматривали как наиболее репрезентативную для мониторинга.

При уточнении пространственного размещения точек наблюдений в качестве репрезентативной точки размещения поста мониторинга принимали точку, расположенную в селитебной застройке, характеризующуюся наибольшими параметрами формируемого суммарного риска и причиненного вреда здоровью, детерминированного аэрогенным химическим фактором, и максимальной плотности (более 75%) экспонируемого населения. Обоснование минимально достаточного количества точек контроля проводили с учетом критерия [106]: один пост – до 50 тысяч человек, 2 поста – до 100 тысяч, 2-3 поста – 100-200 тысяч, 3–5 постов – 200-500 тысяч, 5–10 постов – более 500 тысяч, 10–20 постов (стационарных и маршрутных) – более 1 млн. человек.

Для выбора количества и размещения точек контроля пространственно-распределенные параметры риска после стандартизации подвергали процедуре кластерного анализа методом «сортировки ближайших центроид», реализованным в пакете программ по статистическому анализу SAS.

ГЛАВА 3 ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КРУПНОГО ПРОИЗВОДСТВА ГЛИНОЗЕМА НА СОСТОЯНИЕ ОБЪЕКТОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

3.1 Характеристика производства глинозема как источника негативного влияния на объекты среды обитания

Гигиеническая оценка влияния хозяйственной деятельности крупного производства глинозема на состояние объектов среды обитания выполнена на примере крупнейшего производителя металлургического глинозема в России – АО «РУСАЛ Ачинский Глиноземный Комбинат» (АО «РУСАЛ Ачинск»). Производственный комплекс АО «РУСАЛ Ачинск» функционирует в г. Ачинск Красноярского края с 1970 года.

Город Ачинск является индустриальным центром, который входит в тройку крупнейших промышленных центров Красноярского края, с территорией 103,2 км² [138] и населением 106,5 тыс. человек на 01 января 2019 года [179]. Определяющую роль в экономике города играет обрабатывающая промышленность с профилирующим видом деятельности – металлургия и примыкающая к ней разработка, производство и эксплуатация машин и агрегатов, используемых в металлургической промышленности. Металлургическое производство представлено крупнейшим градообразующим предприятием АО «РУСАЛ Ачинск», на долю которого приходится около 30 % производства металлургического глинозема в России, и предприятием Ачинский филиал ООО «РУС-Инжиниринг», осуществляющим сервисное обслуживание оборудования и переработку отходов АО «РУСАЛ Ачинск».

Производство глинозема на предприятии АО «РУСАЛ Ачинск» включает: добычу нефелиновой руды (Кия-Шалтырский нефелиновый рудник), добычу извести (Мазульский известняковый рудник), комплекс по производству

глинозема, производство кальцинированной соды. Производство осуществляется по уникальной технологии (разработанной Всероссийским алюминиево-магниевым институтом) по полному циклу: от добычи и комплексной переработки нефелиновой руды и известняка с последующим их спеканием во вращающихся печах и гидрохимической переработкой спека. Мощность производства составляет 1,069 млн тонн глинозема высшей марки Г-00 в год.

Особенности технологического процесса производства глинозема и сопутствующего производства по переработке металлических отходов и лома при стационарном режиме работы технологического оборудования обуславливают поступление в объекты среды обитания выбросов специфических и общераспространенных загрязняющих веществ. По агрегатному состоянию компоненты выбросов на 94,6–95,4 % от массы валовых выбросов представлены в виде газов и жидкостей. Твердые загрязняющие вещества составляют 4,6–5,4 %. Масса валовых выбросов загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников производства в атмосферный воздух, за последние 5 лет составляет 32,2-35,5 тыс. тонн в год. На основании этого АО «РУСАЛ Ачинский глиноземный комбинат», наряду с такими крупнейшими предприятиями металлургического профиля и теплоэнергетики, как АО РУСАЛ «Красноярский алюминиевый завод», АО «Красноярская ТЭЦ № 1», АО «Красноярская ТЭЦ № 2» и АО «Красноярская ТЭЦ № 3 АО «Енисейская ТГК (ТГК-13)», АО «Назаровская ГРЭС», Заполярный филиал ПАО горно-металлургический комбинат «Норильский никель», АО «Красноярская ГРЭС-2», входит в перечень приоритетных стационарных источников основных химических загрязнителей атмосферного воздуха, формирующих высокую техногенную нагрузку на население городов Красноярского края. Вклад в общую массу валовых выбросов загрязняющих веществ от всех стационарных источников г. Ачинск в период 2014-2018 гг. составлял 82,3-86,5 %, по обрабатывающей отрасли – 1,6-1,8 %, по Красноярскому краю – 1,3-1,5 % [98, 99] (Таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Доля АО «РУСАЛ Ачинск» в валовом выбросе от стационарных источников предприятий обрабатывающей отрасли промышленности Красноярского края

Год	Валовые выбросы в атмосферу, тыс. т	Доля предприятия в валовых выбросах, %		
		Предприятия обрабатывающей отрасли Красноярского края	Предприятия в целом Красноярского края	Предприятия в целом г. Ачинск
2014	33,85	1,7	1,4	85,1
2015	32,27	1,6	1,3	84,1
2016	35,54	1,8	1,5	82,3
2017	35,55	1,8	1,5	84,3
2018	33,23	1,7	1,4	86,5

Количество выбросов загрязняющих химических веществ от источников АО «РУСАЛ Ачинск» в расчете на одного жителя города Ачинска, в том числе на одного ребенка, в течение анализируемого периода составляет порядка 0,3 т в год, что ниже среднекраевого показателя, но выше аналогичного показателя в таких крупных городах Красноярского края, как Красноярск (в 1,5 раза), Канск (в 2 раза).

Для обоснования перечня приоритетных загрязнений атмосферного воздуха химическими веществами, представляющими потенциальную опасность для органов дыхания детского населения, выполнен детальный анализ актуальной информации по характеристике производства глинозема. Установлено, что в состав технологической цепочки входят структурные подразделения: нефелиновый и известняковый рудники, цеха сырьевой, спекания, гидрохимии, кальцинированной соды, участок кальцинации. Обеспечение производственного процесса осуществляют подразделение теплоэнергетики, испытания и технического контроля. При этом производственная среда каждого из этапов технологического процесса может являться источником образования выбросов и сбросов в объекты среды обитания широкого спектра химических веществ.

Сырье для получения глинозема. Основным сырьем является нефелиновая руда Кия-Шалтырского месторождения (Тисульский район Кемеровской области). Представляет собой плотную (2,67 т/м³) горную породу магматического

происхождения, в составе которой содержится нефелин (алюмосиликат калия и натрия), пироксены (авгит, титаноавгит, диопсид), вторичные минералы нефелина (канкренин, содалит, натролит, анальцим), щелочные полевые шпаты и др. В глиноземном производстве используется нефелиновая руда постоянного минералогического состава.

В качестве вспомогательного сырья при комплексной переработке нефелиновой руды в глинозем используют известняк Мазульского месторождения. Представляет собой горную породу осадочного происхождения, микрозернистой кристаллической структуры, состоящую в основном из минерала кальцита (CaCO_3). Дополнительно присутствуют другие минералы в переменных количествах (альфа-кварц, каолинит, мусковит, полевые шпаты, доломит и др.). Характеристика химического состава нефелиновой руды и известняка, используемых в производстве глинозема, представлен в Таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Химический состав нефелиновой руды и известняка

Нефелиновая руда		Известняк	
Компонент	Содержание, %	Компонент	Содержание, %
Al_2O_3	25,5 – 27,5	Al_2O_3	0,1 – 1,0
SiO_2	39,0 – 41,0	SiO_2	1,0 – 5,0
Fe_2O_3	4,0 – 6,0	Fe_2O_3	0,1 – 1,0
CaO	7,0 – 9,0	CaO	50,0 – 55,0
Na_2O	10,0 – 11,5	–	–
K_2O	2,5 – 3,0	–	–
MgO	1,0 – 2,5	MgO	0,4 – 1,0
SO_3	0,1 – 0,5	SO_3	0,1 – 1,0
Cl	0,1 – 0,3	–	–
–	–	Объемный вес известняка, т/м^3	0,1 – 1,0
Насыпной вес руды, т/м^3	1,6 – 1,7	Насыпной вес руды, т/м^3	1,0 – 5,0

В процессе производства может быть использован боксит Североуральского бокситового рудника и продукт плавленный глиноземистый марки ППГ-65 (далее – шлак). Бокситы преимущественно каменистого типа с включением глиноподобных частиц размером менее 1 мм. Шлак изготавливают в дробленном виде, максимальный размер кусков не превышает 200 мм. Химический состав боксита и шлака представлен в Таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Химический состав боксита и шлака

Боксит		Шлак	
Компонент	Содержание, %	Компонент	Содержание, %
Al ₂ O ₃	39,5 – 52,0	Al ₂ O ₃	56,0 – 70,0
SiO ₂	3,0 – 5,5	SiO ₂	не более 2,0
S	1,1 – 1,5	Fe ₂ O ₃	не более 3,0
Коэффициент крепости по шкале Протодяконова, ед.	3,0 – 14,0	CaO	10,0 – 24,0
		MgO	не более 5,0
		Cr ₂ O ₃	не более 20
		TiO ₂	не более 5,0

Обеспечение технологического процесса электроэнергией осуществляется собственной ТЭЦ и системой Красэнерго через ЛЭП-110 кВ, снабжение водой – из реки Чулым. Виды топлива, применяемого ТЭЦ: уголь каменный Кузнецкого бассейна, уголь бурый Канско-Ачинского бассейна, мазут топочный марок по ГОСТ 10585 (марка 100, IV вида, с массовой долей серы не более 2 %), топливо котельное (мазут) Омского нефтеперерабатывающего завода (ТУ 38.401-58).

Производство глинозема. На первом этапе осуществляется дробление нефелиновой руды на руднике, которая доставляется из карьера автотранспортом, выгружается в приемный бункер конусной дробилки крупного дробления и измельчается до максимального размера куска 300 мм. После измельчения руда с помощью пластинчатого питателя перегружается на конвейер и через течку пересыпа подается на реверсивный конвейер, транспортируется в бункер погрузочного узла, где осуществляется ее крупное дробление, после чего лотковым перегружателем подается насыпью в открытые железнодорожные полувагоны и доставляется на производство. После разгрузки на стационарных вагоноопрокидывателях нефелиновая руда поступает в приемный бункер и транспортируется в отделение подготовки руды. Здесь технология производства представлена в виде трех производственных цепочек, обеспечивающих измельчение руды и известняка для последующего приготовления шихты. Шихта представляет собой смесь нефелиновой пульпы и известняка с топливом в определенных пропорциях, подлежащая переработке в металлургических агрегатах. На следующем этапе производства в результате спекания шихты при

температуре от 45-50°С до 800-1100°С и ряда дополнительных технологических операций осуществляют максимально возможное извлечение оксида алюминия, содержащегося в нефелиновой руде). В качестве топлива используют мазут, включающий серу и угольный порошок. Продукты горения топлива в виде пыле-газовой смеси, образующиеся при переработке шихты, подлежат очистке в системе пыле-газоулавливания.

Оценивая особенности технологического процесса производства глинозема, необходимо выделить сервисное подразделение (ООО «РусИнжиниринг»), входящее в производственный комплекс и осуществляющее обработку металлических отходов и лома с последующим изготовлением чугуновых и стальных отливок для технологической цепочки производства глинозема.

Характеристика производственной среды как источника загрязнения атмосферного воздуха. Производственная среда в технологических подразделениях характеризуется постоянным присутствием комплекса опасных и вредных производственных факторов химического происхождения: пыль различных сырьевых материалов, щелочные аэрозоли, газообразные соединения и др. В качестве источников загрязняющих веществ, формирующих организованные и неорганизованные выбросы в атмосферный воздух населенных мест, следует отметить следующие подразделения:

1. Блок подготовки сырья – пыль перерабатываемых сырьевых материалов (нефелиновой руды, известняка, шлака и др.), поступающая в воздух производственных помещений и систему вытяжной вентиляции из аппаратов дробления, мешалок, конвейеров, питателей, при транспортировке, погрузочно-разгрузочных работах.

2. Блок размола и подготовки шихты, блок коррекционных бассейнов – пыль сырьевых материалов, поступающая в воздух производственных помещений из трубных вращающихся печей спекания, аппаратов гашения извести, систем фильтрации, цепных мешалок.

3. Цех гидрохимии – пыль при поступлении спека в цех, щелочные аэрозоли, концентрация которых особенно повышается в зимнее время в связи с

уменьшением воздухообмена, поступающая в виде пыли и аэрозолей в воздушную среду, из трубчатых аппаратов, батарей карбонизаторов, гидроциклонов, стержневых мельниц. Технологические процессы связаны с выделением влаги и значительного количества тепла.

Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ от основных организованных источников выброса производства при стационарном режиме работы технологического оборудования по химическому составу за период 2012-2018 гг. включали от 35 до 45 наименований (при разрешенном выбросе в соответствии с томом ПДВ АО «РУСАЛ Ачинск» на 2017 год 47 наименований), представленных в Таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Перечень и вклады загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух г. Ачинск в результате хозяйственной деятельности субъекта по производству глинозема (пример данных формы № 2-ТП «воздух», 2017 г.)

Наименование вещества	Масса валового выброса, т/год	Вклад загрязняющих веществ в валовый выброс, %
1	2	3
Азота (II) оксид	4512,19	12,72
Азота диоксид	8625,51	24,32
Алканы C12-C19	1,52	0,004
Алюминий оксид (в пересчете на алюминий)	303,68	0,86
Аммиак	0,052	0,0001
Бенз(а)пирен	0,125	0,0004
Бензин (нефтяной, малосернистый в пересчете на углерод)	0,039	0,0001
Бензол	0,004	0,0
Бутан-1-ол	0,001	0,0
Гексан	0,004	0,0
Гидрохлорид (Водород хлористый)	0,212	0,001
Дигидросульфид (Сероводород)	0,006	0,0
Дижелеза триоксид	0,276	0,001
Дикалий сульфат (Калий сульфат)	25,68	0,07
Диметилбензол (Ксилол) (смесь изомеров о-, м-, п-)	0,001	0,0
Динатрий карбонат	385,74	1,09
Мазутная зола ТЭС (в пересчёте на ванадий)	4,57	0,01
Марганец и его соединения (в пересчете на марганца (IV) оксид)	0,007	0,0
Масло минеральное нефтяное	0,014	0,0
Метилбензол (Толуол)	0,005	0,0
Метан	0,171	0,0005
Натрий гидроксид	21,73	0,06
Кальция оксид	342,11	0,96

Окончание Таблицы 3.4

1	2	3
Керосин	53,93	0,15
Пентилены (Амилены смесь изомеров)	0,005	0,0
Пыль неорганическая: 20-70% SiO ₂ (шамот)	3732,17	10,52
Пыль неорганическая: ниже 20% SiO ₂ (доломит)	10067,12	28,39
Пыль абразивная	0,004	0,0
Пыль древесная	0,195	0,0005
Пыль каменного угля	299,29	0,84
Сера диоксид	3821,93	10,78
Углерод черный (Сажа)	19,51	0,06
Углерод оксид	3245,01	9,15
Формальдегид	0,018	0,0001
Фтористые газообразные соединения (в пересчете на фтор)	0,034	0,0001
Этанол	0,001	0,0
2-Этоксиэтанол	0,01	0,0
Уайт-спирит	0,001	0,0
Всего	35462,88	100,0

Основной вклад (84,39 % от общей массы валовых выбросов) в перечень вредных загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух г. Ачинск составляют пыль неорганическая ниже 20% SiO₂ (28,0 %), азота диоксид (24,0 %), азота (II) оксид (12,5 %).

Сведения о распределении выбрасываемых в атмосферный воздух основных загрязняющих веществ, обобщенные в разрезе структурных подразделений предприятия, ведущих источников выделения загрязняющих веществ с указанием их вклада в величину общего выброса представлены в Таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Сведения об основных загрязняющих веществах, выбрасываемых в атмосферный воздух г. Ачинска, в результате хозяйственной деятельности субъекта по производству глинозема (данные сводного тома ПДВ ОАО «Русал Ачинск», 2016 г.)

Наименование загрязняющих веществ	Наименование подразделения	Ведущие источники выделения загрязняющих веществ	Источник выброса вредных веществ в атмосферу	Вклад загрязняющих веществ в валовый выброс, %
1	2	3	4	5
Азота (II) оксид	Цех спекания	Вращающиеся печи спекания № 5-10	Труба (источник № 0037)	41,74
	Цех спекания	Вращающиеся печи спекания № 1-4	Труба (источник № 0036)	28,25
	Цех спекания	Вращающиеся печи спекания № 11, 12	Труба (источник № 0116)	13,87

Продолжение Таблицы 3.5

1	2	3	4	5
Азота диоксид	Цех спекания	Вращающиеся печи спекания № 5-10	Труба (источник № 0037)	42,61
	Цех спекания	Вращающиеся печи спекания № 1-4	Труба (источник № 0036)	28,84
	Цех спекания	Вращающиеся печи спекания № 11,12	Труба (источник № 0116)	14,15
	Сырьевой цех	Вращающиеся печи обжига известняка № 1, 2	Труба (источник № 0021)	6,32
Бенз(а)пирен	Цех спекания	Вращающиеся печи спекания № 5-10	Труба (источник № 0037)	46,36
	Цех спекания	Вращающиеся печи спекания № 1-4	Труба (источник № 0036)	30,91
	Цех спекания	Вращающиеся печи спекания № 11, 12	Труба (источник № 0116)	15,45
Алюминия оксид	Участок кальцинации	Печь кальцинации № 3	Труба (источник № 0097)	29,3
	Участок кальцинации	Печь кальцинации № 1	Труба (источник № 0095,)	28,9
	Участок кальцинации	Печь кальцинации № 2	Труба (источники № 0096)	25,6
	Участок кальцинации	Печь кальцинации № 4	Труба (источник № 0098,)	16,2
Кальция оксид	Сырьевой цех	Вращающиеся печи обжига известняка № 1, 2	Труба (источник № 0021)	100,0
Мазутная зола (в пересчёте на ванадий)	Участок кальцинации	Печь кальцинации № 1	Труба (источник № 0095)	93,14
Натрий гидроксид	Цех гидрохимии	Карбонизаторы № 1-10	Труба (источник № 0057)	50,0
	Цех гидрохимии	Карбонизаторы № 1-10	Труба (источник № 0058)	50,0
Пыль каменного угля	Цех спекания	Угольная мельница № 2	Труба (источник 0161)	73,17
	Цех спекания	Угольная мельница № 1	Труба (источник № 0160)	26,83
Пыль неорганическая до 20% SiO ₂	Цех спекания	Вращающиеся печи спекания № 5-10	Труба (источник № 0037)	38,61
	Цех спекания	Вращающиеся печи спекания № 1-4	Труба (источник № 0036)	22,26
	Цех спекания	Вращающиеся печи спекания № 11, 12	Труба (источник № 0116)	10,63
Углерода оксид	Цех спекания	Вращающиеся печи спекания № 5-10	Труба (источник № 0037)	21,46
	Цех спекания	Вращающиеся печи спекания № 1-4	Труба (источник № 0036)	15,36
	Цех спекания	Угольная мельница № 2	Труба (источник № 0161)	12,04
	Цех спекания	Угольная мельница № 1	Труба (источник № 0160)	11,84

Окончание Таблицы 3.5

1	2	3	4	5
Сера диоксид	Сырьевой цех	Вращающиеся печи обжига известняка № 1, 2	Труба (источник № 0021)	48,34
	Участок кальцинации	Печь кальцинации № 3	Труба (источники № 0097)	9,5
	Участок кальцинации	Печь кальцинации № 1	Трубы (источник № 0095)	8,07
	Цех спекания	Угольная мельница № 1	Трубы (источник № 0160)	7,85
	Участок кальцинации	Печь кальцинации № 2	Труба (источники № 0096,)	7,73
	Цех спекания	Угольная мельница № 2	Труба (источник № 0161)	7,56

Основными загрязняющими веществами, поступающими в составе выбросов в атмосферный воздух жилой застройки г. Ачинска, источники которых напрямую связаны с процессом производства глинозема (до 86,0 %), являются:

- азота оксид (84,57 %) и азота диоксид (86,33 %) в цехе спекания – вращающиеся печи спекания № 5-10;
- алюминия оксид (100 %) на участке кальцинации – печи кальцинации № 1, 3;
- бенз(а)пирен (94,21 %) в цехе спекания – вращающиеся печи спекания № 1-12;
- кальция оксид (100 %) и серы диоксид (48,34 %) в сырьевом цехе – вращающиеся печи обжига известняка № 1, 2;
- мазутная зола (в пересчёте на ванадий) (93,14 %) на участке кальцинации – печь кальцинации № 1;
- натрия гидроксид (100,0 %) в цехе гидрохимии – батареи карбонизаторов № 1-20;
- пыль каменного угля (100,0 %) в цехе спекания – угольная мельница № 2;
- пыль неорганическая с содержанием до 20% SiO₂ (100,0 %) и углерода оксид (68,35 %) в цехе спекания – вращающиеся печи спекания № 5-10.

Процесс обработки металлических отходов и лома, образующегося при производстве глинозема, с последующим изготовлением чугуновых и стальных отливок при стабильном функционировании оборудования сопровождается

выделением в атмосферный воздух загрязняющих веществ, перечень и объем выбросов которых в атмосферу г. Ачинска представлен в Таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Перечень и вклады загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух г. Ачинска, в результате хозяйственной деятельности субъекта предприятия по обработке металлических отходов и лома (пример данных формы № 2 ТП «воздух» ООО «Русинжиниринг», 2017 г.)

Загрязняющее вещество	Объем валового выброса, т/год	Вклад в валовый выброс загрязняющих веществ, %
Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	20,589	7,61
Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,304	0,11
Аммиак	2,577	0,95
Бензин (нефтяной, малосернистый) (в пересчете на углерод)	0,064	0,02
диЖелезо триоксид (Железа оксид) (в пересчете на железо)	4,046	1,50
Керосин	0,445	0,16
Мазутная зола ТЭЦ (в пересчете на ванадий)	0,562	0,21
Марганец и его соединения (в пересчете на марганца (IV) оксид)	0,181	0,07
Медь оксид (Меди оксид) (в пересчете на медь)	0,0005	0,0002
Никель оксид (в пересчете на никель)	0,0001	0,00004
Олово диоксид	0,0002	0,0001
Дисульфура триоксид	0,0002	0,0001
Пыль неорганическая: выше 70% SiO ₂ (Динас и др.)	71,488	26,44
Пыль неорганическая: 20-70% SiO ₂ (шамот)	2,072	0,77
Пыль абразивная (Корунд белый; Монокорунд)	0,390	0,14
Пыль древесная	0,896	0,33
Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	63,363	23,43
Углерод оксид	102,484	37,90
Фтористые газ. соединения (в пересчете на фтор)	0,462	0,17
Углерод (Сажа)	0,473	0,17
Хром (в пересчете на хрома (VI) оксид)	0,010	0,004
Всего	270,41	100,0

Анализ информации, представленной в технологических инструкциях производства глинозема, показал, что кроме источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух имеются источники образования сточных вод и отходов, образующихся в процессе производства. Вид и компонентный состав сточных вод и отходов производства представлены в Таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Характеристика сточных вод и отходов производства глинозема

Вид сточных вод/отходов	Количество сточных вод/отходов, т/год	Химический состав, %	Место сброса сточных вод/размещения отходов
Сточные воды			
Вода оборотная подшламовая	25 960,0	Общие щелочи ≤ 16 г/дм ³	Водооборот предприятия
Карьерные воды известнякового рудника	300,0	Нефть и нефтепродукты Железо Нитриты Нитраты Цинк Медь Сульфаты Хлориды Марганец Алюминий	р. Мазулька
Нефелиновый шлам	7 632 000,0	SiO ₂ – 29,46 Al ₂ O ₃ – 3,06 Fe ₂ O ₃ – 3,54 CaO – 57,74 MgO – 1,50 Na ₂ O – 1,82 K ₂ O – 0,80 SO ₃ – 0,37 Cl – 0,02 F – 0,48	Шламохранилище
Золошлаки	180 000,0	SiO ₂ – 22,5 Al ₂ O ₃ – 7,5 Fe ₂ O ₃ – 11,2 CaO – 44,6 MgO – 4,4 Na ₂ O – 1,3 K ₂ O – 0,3 SO ₃ – 6,6 Cl – 0,01 F – 0,1	Шламохранилище
Отходы			
Отходы, образующиеся при очистке баковой аппаратуры и трубопроводов	45 000,0	Na ₂ CO ₃ – 70,0 SiO ₂ – 30,0	Зона обрушенных пород
Лом черных металлов несортированный в кусковой форме	13 029,53	Сталь, чугун	Филиал ООО «РУС-Инжиниринг» в г. Ачинске
Масла промышленные, отработанные	15,0	Нефтепродукты	Передача сторонним организациям
Бой шамотного кирпича	10 000,0	–	Сырьевой цех, цех спекания

Анализ данных, представленных в Таблице 3.7, показал, что в составе карьерных сточных вод в поверхностные воды (р. Мазулька) могут поступать разнообразные по химической структуре вещества, но данный водоем не используется в качестве источника питьевого водоснабжения населения. Другие образующиеся сточные воды отводятся системой оборотного водоснабжения для последующего использования в технологическом процессе, в системе гидротранспорта шлама и гидрозолоудаления ТЭЦ. Сточные воды, содержащие преимущественно оксиды металлов, не используемые в оборотном водоснабжении, размещаются в шламохранилище, расположенном в 5 км к юго-западу от границы г. Ачинска, в промышленной зоне. Поступления стоков из шламохранилища в поверхностные и подземные водные объекты не происходит.

На производстве предусмотрен отдельный сбор образующихся отходов по их видам, классам опасности и другим признакам с тем, чтобы их использовать в качестве вторичного сырья, переработки или последующего размещения. Места накопления отходов обустроены в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления». В составе отходов производства могут содержаться диоксид кремния и карбонат натрия, нефтепродукты, сталь, чугун, которые складываются в зоне обрушения породы, расположенной в 2,5 км к юго-западу от основной промплощадки АО «РУСАЛ Ачинск», или используются повторно..

Таким образом, обобщение полученной информации свидетельствует, что в составе организованных и неорганизованных выбросов в атмосферный воздух населенных мест от источников производства глинозема стабильно поступает порядка 35-45 компонентов, при этом большая часть из них (доля составляет порядка 51 %), в том числе азота оксид и диоксид, серы диоксид, алюминия оксид, меди оксид, никеля оксид, мазутная зола ТЭС (в пересчёте на ванадий), натрий гидроксид, марганец и его соединения, хром (VI), фториды газообразные, пыль неорганическая кремнийсодержащая, пыль каменного угля, формальдегид относятся к веществам высокой степени опасности для здоровья и при

длительном аэрогенном воздействии способны оказывать однонаправленное негативное воздействие на органы дыхания с различным механизмом развития функциональных нарушений. Образующиеся сточные воды и отходы производства в своем составе могут содержать порядка 23-25 химических веществ (нефть и нефтепродукты, нитриты, нитраты, железо, алюминий, марганец, цинк, медь, фтор, сульфаты, хлориды, карбонат натрия, оксиды и диоксиды кремния, кальция, железа, магния, натрия, калия), но перечисленные компоненты при пероральном поступлении в организм с питьевой водой и почвой не обладают потенциальным риском развития заболеваний на органы дыхания. Кроме этого, на производстве предусмотрена система вторичного использования образующихся сточных вод и отходов, что минимизирует возможность их поступления в объекты среды обитания.

В связи с комплексом представленных проблем, свидетельствующих о негативном влиянии хозяйственной деятельности субъекта по производству глинозема на объекты окружающей среды, необходимым является выполнение оценки основных видов деятельности предприятия АО «РУСАЛ Ачинск» по потенциальному риску причинения вреда здоровью населения, проживающего в зоне влияния предприятия.

3.2 Оценка категории деятельности хозяйствующего субъекта, осуществляющего производство глинозема, по потенциальному риску причинения вреда здоровью населения

Крупный хозяйствующий субъект по производству глинозема на примере предприятия АО «РУСАЛ Ачинский глиноземный комбинат» осуществляет свою экономическую деятельность, относящуюся к деятельности промышленных предприятий, на изучаемой территории по следующим видам:

– обрабатывающие производства;

– производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды;

– сбор и очистка воды.

Основной вид деятельности (обрабатывающие производства) осуществляется на 23 производственных объектах (из 28). Деятельность, связанная с производством, передачей и распределением электроэнергии, газа, пара и горячей воды, осуществляется на 2 объектах; со сбором и очисткой воды – на 3 объектах. Все производственные объекты расположены на территории г. Ачинск.

Результаты расчета и категорирования величин потенциального риска причинения вреда здоровью населения по основным видам деятельности (согласно установленной шкале) для хозяйствующего субъекта производства глинозема, подлежащего надзору в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия, представлены в Таблице 3.8.

Анализ полученных результатов показал, что по лимитирующему виду деятельности (обрабатывающие производства) хозяйствующий субъект по производству глинозема относится к категории чрезвычайно высокого потенциального риска причинения вреда здоровью населения.

Таблица 3.8 – Результаты категорирования видов деятельности крупного хозяйствующего субъекта, осуществляющего производство глинозема (АО «РУСАЛ Ачинск»), по потенциальному риску причинения вреда здоровью

Вид деятельности	Потенциальный риск причинения вреда (R^P)	Категория потенциального риска	Частота проверок
Обрабатывающие производства	$1,7 \times 10^{-2}$	Чрезвычайно высокий риск	1 раз в год
Производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды	$4,3 \times 10^{-3}$	Высокий риск	1 раз в 2 года
Сбор и очистка воды	$5,4 \times 10^{-3}$	Высокий риск	1 раз в 2 года

При оценке суммарного потенциального риска причинения вреда, формируемого хозяйствующими субъектами Красноярского края в соответствии с осуществляемыми видами деятельности, установлено, что вклад объектов

категории чрезвычайно высокого риска составляет 80,1 %, при этом вклад изучаемого хозяйствующего субъекта (АО «РУСАЛ Ачинск» R^p $1,7 \times 10^{-2}$) в суммарный риск составляет порядка 10,2 %.

Таким образом, на основании определения категории деятельности хозяйствующего субъекта АО «РУСАЛ Ачинск», как чрезвычайно высокого потенциального риска причинения вреда здоровью, и с учетом непосредственного приоритетного внешнесредового воздействия на население в зонах влияния атмосферного воздуха (масштаб воздействия – 96,1 тыс. человек) целесообразным является выполнение расчета и оценки риска развития заболеваний органов дыхания у населения, подвергающегося экспозиции, формируемой качеством атмосферного воздуха по содержанию химических загрязнений, связанных с хозяйственной деятельностью изучаемого субъекта.

3.3 Идентификация потенциальной опасности компонентов выбросов в атмосферный воздух от источников производства глинозема и выделение приоритетных веществ, обладающих однонаправленным воздействием на органы дыхания

Анализ компонентного состава выбросов в атмосферный воздух от источников хозяйствующего субъекта по производству глинозема с учетом подразделения по переработке металлических отходов и лома показал, что из 57 загрязняющих веществ, в основном систематически представленных в валовых выбросах (на репрезентативном примере данных формы 2-ТП «воздух» и разрешения на выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников хозяйствующего субъекта в 2017 г.), для 45 доказаны и количественно определены параметры опасности (референтные концентрации), позволяющие оценить неканцерогенный риск развития негативных эффектов в виде заболеваний критических органов и систем [154].

Критерии и направленность токсического действия веществ в условиях острого и хронического ингаляционного поступления в организм представлены в Приложении А.

Параметры для оценки неканцерогенного действия уточнены на основании анализа постоянно обновляемой информационной базы данных IRIS. Анализ информации позволил выделить группу загрязняющих веществ из 33 наименований (58 % от общего количества), обладающих однонаправленным повреждающим действием на органы дыхания при ингаляционном поступлении в организм [154]. Для 19 веществ из этой группы установлены референтные концентрации для оценки острого и хронического воздействия, для 14 веществ – только хронического. Из представленного перечня 5 веществ обладают химической канцерогенной опасностью при ингаляционном поступлении в организм человека, в том числе для органов дыхания. В соответствии с классификацией химических канцерогенных веществ по степени канцерогенной опасности для человека Международного Агентства по изучению рака (IARC) хром (VI) относится к 1 классу опасности (канцерогены для человека); формальдегид – к 2А классу (вероятные канцерогены для человека); бензин нефтяной, никель оксид, углерод черный (сажа) – к 2В классу (возможные канцерогены для человека). Согласно Классификации канцерогенов Агентства США по охране окружающей среды (US EPA), никель, хром (VI) относятся к группе А (канцерогены для человека), формальдегид – к группе В1 (вероятные канцерогены для человека), углерод черный не классифицирован как канцероген. Для данных веществ определены значения факторов канцерогенного потенциала, позволяющие оценить канцерогенный риск при ингаляционном воздействии.

При пероральном поступлении в организм человека с водой и почвой ни одно из веществ, представленных в Приложении А, не обладает потенциальной опасностью повреждающего действия на органы дыхания.

При идентификации потенциальной опасности веществ по критериям, учитывающим объем суммарной годовой эмиссии (от 0,001 т/год), численность населения, потенциально подверженного воздействию (не менее 10 тыс. человек),

класс опасности веществ (1-3 класс), наличие канцерогенности, выполнено ранжирование индексов сравнительной канцерогенной и неканцерогенной опасности веществ, тропных к органам дыхания. На основании ранговой оценки обоснован предварительный перечень приоритетных загрязняющих веществ атмосферного воздуха г. Ачинск, являющихся потенциально опасными для органов дыхания, представленный в Таблице 3.9.

Оценка результатов ранжирования позволила сформировать перечень химических веществ из 28 наименований, поступающих в атмосферный воздух от источников производства глинозема и вторичной переработки отходов и металлического лома, обладающих потенциальной опасностью развития заболеваний органов дыхания.

В перечень приоритетных потенциально опасных веществ с учетом их класса опасности (1-3 класс) включено 23 компонента (в порядке убывания индекса сравнительной неканцерогенной опасности): пыль неорганическая с содержанием $\text{SiO}_2 < 20 \%$, азота диоксид, мазутная зола ТЭС (в пересчете на ванадий), азота оксид, серы диоксид, пыль неорганическая с $\text{SiO}_2 70-20 \%$, алюминия оксид, натрия гидроокись, пыль неорганическая с $\text{SiO}_2 > 70 \%$, серная кислота, углерод черный (сажа), марганец и его соединения, медь оксид, фториды газообразные хорошо растворимые (гидрофторид), водород хлорид, формальдегид, никель оксид, взвешенные вещества, дигидросульфид (сероводород), азотная кислота, хром (VI), метилбензол (толуол), диметилбензол (ксилол). 3 вещества обладают потенциальной канцерогенной опасностью при ингаляционном поступлении (в порядке убывания индекса сравнительной канцерогенной опасности): хром (VI), формальдегид, никель оксид.

Таблица 3.9 – Результаты идентификации потенциальной опасности для органов дыхания компонентов выбросов в атмосферный воздух от источников производства глинозема и обработки металлических отходов и лома (на примере данных формы 2-ТП «Воздух» для АО «РУСАЛ Ачинск» и ООО «РусИнжиниринг», 2017 г.)

№ п/п	Код	Наименование веществ	Суммарный объем выброса 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 EPA)	Фактор канцерогенного потенциала (SF _i)	Индекс сравнительной опасности (HRI)	Коэффициент канцерогенной опасности (HRC _i)	Ранг по неканцерогенному действию	Ранг по канцерогенному действию
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.	304	Азота оксид	4512,49	0,06	3	0,06	-	-	6 441 603,3	-	4	-
2.	301	Азота диоксид	8646,10	0,04	3	0,04	-	-	9 571 171,4	-	2	-
3.	302	Азотная кислота	0,027*	0,15	2	0,04	-	-	28,8	-	22	-
4.	101	Алюминия оксид (в пересчете на алюминий)	303,68	0,01	2	0,005	-	-	379 543,1	-	7	-
5.	303	Аммиак	2,63	0,04	4	0,1	-	-	2 801,0	-	13	-
6.	2704	Бензин нефтяной (в пересчете на углерод)	0,103	1,5	4	0,071	B2	0,035	109,7	109,7	18	2
7.	2902	Взвешенные вещества	0,08*	0,15	3	0,075	-	-	85,2	-	20	-
8.	316	Водород хлорид	0,212	0,1	2	0,02	-	-	225,8	-	16	-
9.	403	Гексан	0,004	-	4	0,2	-	-	0,43	-	27	-
10.	333	Сероводород	0,006	-	2	0,002	-	-	63,1	-	21	-
11.	616	Ксилол	0,001	-	3	0,1	-	-	0,11	-	28	-
12.	2904	Мазутная зола ТЭС (в пересчете на ванадий)	5,13	0,002	2	0,00007	-	-	7 131 550,0	-	3	-
13.	143	Марганец и его соединения (в пересчете на марганца (IV) оксид)	0,19	0,001	2	0,00005	-	-	7 918,0	-	12	-
14.	2735	Масло минеральное нефтяное	0,014	-	-	0,05	-	-	14,9	-	23	-

Окончание Таблицы 3.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
15.	146	Медь (II) оксид	0,001	0,002	2	0,00002	-	-	1 065,0	-	14	-
16.	621	Голуол	0,005	-	3	0,4	-	-	0,55	-	26	-
17.	150	Натрий гидроксид	21,73	-	3	0,002	-	-	232 457,5	-	8	-
18.	164	Никель оксид	0,0001	0,001	2	0,00002	A	0,84	106,5	10,7	19	4
19.	2907	Пыль неорганическая: SiO ₂ выше 70% (динас и др.)	71,49	0,05	3	0,1	-	-	76 139,0	-	9	-
20.	2908	Пыль неорганическая: SiO ₂ 20-70% (шамот)	3734,24	0,1	3	0,1	-	-	4 682 106,0	-	6	-
21.	2909	Пыль неорганическая: SiO ₂ ниже 20% (доломит)	10067,12	0,15	3	0,1	-	-	11 611 372,5	-	1	-
22.	330	Сера диоксид	3885,29	0,05	3	0,05	-	-	4 870 348,9	-	5	-
23.	322	Серная кислота	0,27*	0,1	2	0,001	-	-	28 755,8	-	10	-
24.	328	Углерод черный (сажа)	19,98	0,05	3	0,05	-	0,017	21 279,3	-	11	-
25.	1325	Формальдегид	0,018	0,01	1	0,003	B1	0,046	191,7	19,2	17	3
26.	342	Фториды газообразные хорошо растворимые	0,496	0,005	2	0,014	-	-	368,1	-	15	-
27.	203	Хром (VI) (в пересчет на хром (VI) оксид)	0,01	0,0015	1	0,0001	A	42	10,7	10 6667,7	24	1
28.	1061	Этанол	0,001	-	4	100,0	-	-	1,1	-	25	-
Примечание – * – Данные из сводного тома ПДВ АО «РУСАЛ Ачинск» в связи с отсутствием данных в форме 2-ТП «воздух», 2018 год												

Обоснованный перечень приоритетных химических веществ, потенциально опасных для органов дыхания, позволяет выполнить гигиенический анализ качества объектов среды обитания человека по содержанию этих веществ в селитебной застройке.

3.4 Комплексный гигиенический анализ качества объектов среды обитания в селитебной застройке и основных путей воздействия потенциально опасных для органов дыхания компонентов, связанных с хозяйственной деятельностью субъекта

Город Ачинск

Качество атмосферного воздуха. Анализ организации системы мониторинговых наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха в рамках государственной сети СГМ в г. Ачинск показал, что в период 2012-2018 гг. наблюдения, проводимые ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае», осуществлялись в 5 точках маршрутных постов, расположенных по адресам: точка № 100 – ул. Толстого, 23; № 134 – пр. Лапенкова, 17; № 161 – ул. Чкалова, 26; № 176 – ул. Богаткова (Ачинский Арбат, между домами 1 и 35 Микрорайона 1); № 183 – микрорайон Авиатор, в районе жилого дома № 1 (ул. Калинина, 11 А) (Рисунок 3.1).

Кроме этого, наблюдения за загрязнениями атмосферного воздуха в г. Ачинске осуществляют на 3 стационарных постах ФГБУ «Среднесибирское УГМС» и 1 стационарном посту – Министерство природных ресурсов и рационального природопользования Красноярского края (Территориальная сеть наблюдений).

Анализ программ инструментальных и лабораторных исследований загрязнений атмосферного воздуха в период 2012-2018 гг., выполняемых организациями различной ведомственной принадлежности на территории города

Ачинска, показал, что из перечня 23 приоритетных веществ, потенциально опасных для органов дыхания и имеющих аттестованный метод количественного определения, систематический контроль осуществлялся по азота диоксиду, азота оксиду, серы диоксиду, формальдегиду, взвешенным веществам, то есть только по 5 веществам, что составляет 22 %. Общий объем исследованных проб составил 494806.

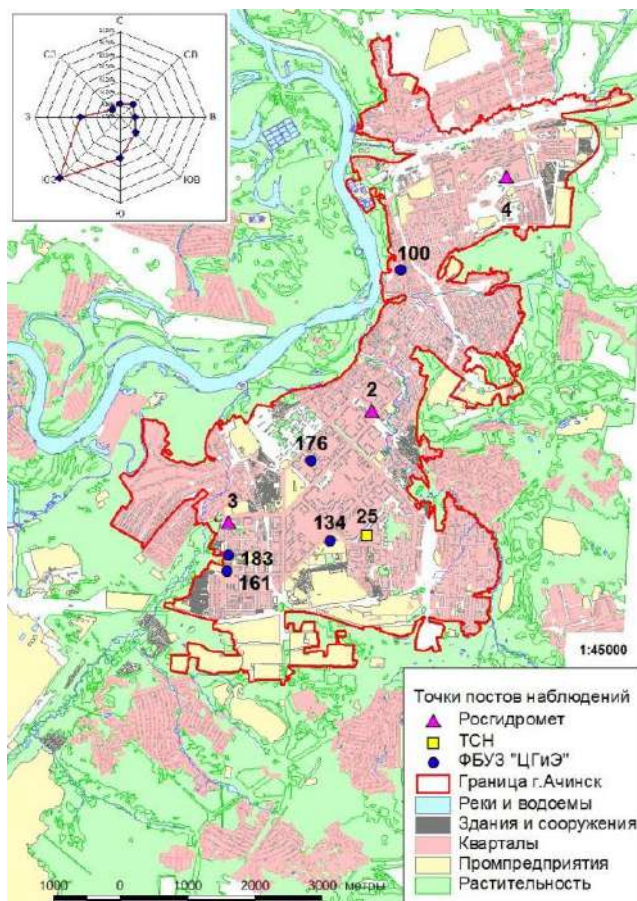


Рисунок 3.1 – Размещение точек маршрутных постов наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в г. Ачинск, принадлежащих ФБУЗ «ЦГиЭ в Красноярском крае»

ФГБУ «Среднесибирское УГМС» в период 2012-2013 гг. дополнительно контролировало 4 вещества: марганец, медь, никель, хром (VI) (общий объем 48 проб); в 2012-2014 гг. – 1 вещество: фториды газообразные (всего 7587 проб).

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае» период 2012-2014 гг. контролировал компоненты загрязнения атмосферного воздуха в точках маршрутных постов по 4 веществам: азота диоксиду, серы диоксиду,

взвешенным веществам, формальдегиду; в 2015 г. – по 5 веществам (дополнительно был включен алюминий); в 2016 г. – по 10 веществам: азота диоксиду, серы диоксиду, взвешенным веществам, взвешенным частицам PM_{1,0}, PM_{4,0}, PM_{2,5}, PM₁₀, сероводороду, формальдегиду, алюминию; в 2017–2018 гг. – систематически по 4 веществам: азота диоксиду, серы диоксиду, взвешенным веществам, формальдегиду; периодически в 2017 г. дополнительно контролировали алюминий, фториды газообразные, а в 2018 г. – алюминий, фториды газообразные, взвешенные частицы PM_{2,5} и PM₁₀, ксилол, хром (VI), медь, марганец, никель. Программа отбора проб атмосферного воздуха на содержание азота диоксида, серы диоксида, взвешенных веществ, формальдегида, сероводорода включает отбор проб 3 раза в сутки; алюминия, марганца, хрома, никеля, меди – суточный отбор проб. Всего выполнен отбор и исследование 9042 проб атмосферного воздуха (Таблица 3.10).

Таблица 3.10 – Количественная характеристика отобранных и исследованных проб атмосферного воздуха г. Ачинск на содержание приоритетных химических веществ, потенциально опасных для органов дыхания, за период 2012-2018 гг. (по данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае»), ед.

Наименование вещества	Годы						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Азота диоксид	188	192	290	288	340	384	480
Взвешенные вещества	188	192	290	288	340	384	480
Взвешенные частицы PM _{1,0}	–	–	–	–	9	–	–
Взвешенные частицы PM _{2,5}							
Взвешенные частицы PM _{4,0}	–	–	–	–	9	–	–
Взвешенные частицы PM ₁₀	–	–	–	–	9	–	20
Сероводород	–	–	–	–	6	–	–
Ксилол	–	–	–	–	–	–	48
Серы диоксид	188	192	290	288	340	384	480
Формальдегид	188	192	290	288	334	384	480
Фториды газообразные	–	–	–	–	–	100	48
<i>Всего разовых проб</i>	<i>752</i>	<i>768</i>	<i>1160</i>	<i>1152</i>	<i>1396</i>	<i>1636</i>	<i>2056</i>
Алюминий	–	–	–	14	12	16	32
Марганец	–	–	–	–	–	–	12
Медь	–	–	–	–	–	–	12
Никель	–	–	–	–	–	–	12
Хром (VI)	–	–	–	–	–	–	12
<i>Всего проб</i>	<i>752</i>	<i>768</i>	<i>1160</i>	<i>1166</i>	<i>1408</i>	<i>1652</i>	<i>2136</i>

Доля проб атмосферного воздуха, отобранных и исследованных ФБУЗ

«Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае», от общего количества проб за период 2012-2018 гг. составила 1,8 %.

Из перечня потенциально опасных для развития заболеваний органов дыхания 7 веществ (пыль неорганическая с SiO_2 70-20 %, натрия гидроокись, пыль неорганическая с $\text{SiO}_2 >70$ %, серная кислота, углерод черный (сажа), водород хлорид, азотная кислота) не подлежат систематическому контролю в атмосферном воздухе в рамках существующей сети мониторинговых наблюдений г. Ачинск.

Анализ показал, что реализация программы наблюдений за качеством атмосферного воздуха г. Ачинск представленными государственными системами мониторинга осуществляется в соответствии с нормативными документами РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнений атмосферы» [150] и ГОСТ 17.2.3.07-86 «Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов». Оценка полученных результатов в анализируемый период проводилась в соответствии с гигиеническими нормативами ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест», ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений», СанПиН 2.1.6.1032-01 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест».

Для объективной оценки качества атмосферного воздуха и последующей оценки риска здоровью в виде развития заболеваний органов дыхания у населения г. Ачинск объем наблюдений был дополнен результатами натурных исследований качества атмосферного воздуха в двух точках маршрутных постов (ул. Калинина, 11 "А" и ул. Л. Толстого, 23), выполненных ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» в 2017 году. Программа предусматривала исследование 13 веществ, по которым мониторинг в атмосферном воздухе в рамках СГМ на территории муниципального образования вообще отсутствует (с учетом наличия аттестованных методик количественного определения) или объем отобранных и

исследованных проб за анализируемый период являлся недостаточным для получения репрезентативных результатов. Перечень веществ включал: алюминий, ванадий (V), хром (VI), никель, медь, взвешенные вещества, взвешенные частицы PM_{2,5} и PM₁₀, ксилол (смесь о-, м-, п-изомеров), марганец, сероводород, толуол, фториды газообразные. Всего исследовано 2412 проб.

Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха по данным сети наблюдения Росгидромета за период 2006-2018 гг. позволила установить, что по комплексному индексу загрязнения атмосферы, колебавшему от ИЗА5 от 7 до 13 ИЗА5 более 14, уровень загрязнения воздуха г. Ачинск (по критериям, принятым в Росгидромете) характеризуется как «очень высокий» и «высокий». Город Ачинск в 2009, 2010 и 2012 годах был включен в Приоритетный список городов Российской Федерации с самым высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха. В последние 3 года уровень загрязнения атмосферы по показателю ИЗА5 (от 7,8 до 8,2) оценивается как «высокий».

Среднегодовые концентрации компонентов загрязнения атмосферного воздуха г. Ачинск по данным ФГБУ «Среднесибирское УГМС» за 2012-2018 гг. представлены в Таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Содержание потенциально опасных для органов дыхания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Ачинска, поступающих в составе компонентов выбросов от источников производства глинозема за период 2012-2018 гг. (данные ФГБУ «Среднесибирское УГМС»)

Наименование вещества	Среднегодовая концентрация, доли ПДКс.с.							Среднее за 2012-2018 гг.
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Азота диоксид	1,25*	1,05	1,03	1,75	1,62	1,52	1,14	1,35
Азота оксид	1,03	0,69	0,74	1,38	1,19	1,33	1,0	1,05
Взвешенные вещества	1,59	0,90	0,81	1,19	0,93	0,61	0,57	0,94
Сероводород**	–	–	–	–	–	–	–	–
Марганец	0,02	0,02	–	–	–	–	–	0,02
Медь	0,12	0,01	–	–	–	–	–	0,07
Никель	–	0,01	–	–	–	–	–	0,01
Сера диоксид	0,09	0,07	0,06	0,35	0,05	0,0	0,0	0,09
Фториды газообразные	0,21	0,15	0,11	–	–	–	–	0,16
Формальдегид	1,60	1,30	1,57	2,04	1,82	1,52	1,07	1,56
Хром (VI)	0,01	0,01	–	–	–			0,01
Примечания								
1 * – Тоном выделены значения показателей выше 1 ПДКс.с.								
2 ** – Вещества, для которых отсутствует ПДКс.с.								

Веществами, определяющими уровень загрязнения атмосферного воздуха в среднем за 7 лет, являются формальдегид (1,56 ПДКс.с.), азота диоксид (1,35 ПДКс.с.), азота оксид (1,05 ПДКс.с.); постоянно присутствуют взвешенные вещества на уровне близком к 1 ПДКс.с. (среднегодовая концентрация 0,94ПДКс.с.). Данные загрязнения поступают в атмосферный воздух в составе компонентов выбросов хозяйствующего субъекта по производству глинозема и являются потенциально опасными химическим веществам для органов дыхания.

Концентрации загрязняющих веществ максимальные их разовых замеров и средние за год в атмосферном воздухе г. Ачинска по данным ТСН за 2012-2018 гг. представлены в Таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Содержание потенциально опасных для органов дыхания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Ачинска за период 2012-2018 гг. (данные ТСН)

Наименование вещества	Годы							Среднее за 2012-2018 гг.
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Максимальные из разовых концентрации, доли ПДКм.р.								
Азота диоксид	1,50*	1,16	0,82	0,76	0,60	0,59	0,24	0,69
Азота оксид	0,59	1,32	1,12	0,61	0,33	0,38	0,55	0,70
Взвешенные вещества	1,43	1,88	1,62	1,65	0,55	0,50	0,42	1,15
Серы диоксид	0,27	0,24	0,47	0,15	0,10	0,20	0,5	0,28
Среднегодовые концентрации, доли ПДКс.с.								
Азота диоксид	0,91	0,98	0,87	0,67	0,77	0,88	1,2	0,90
Азота оксид	0,23	0,20	0,25	0,21	0,25	0,13	0,37	0,23
Взвешенные вещества	0,32	0,17	0,21	0,24	0,26	0,17	0,14	0,22
Серы диоксид	0,26	0,18	0,20	0,09	0,12	0,16	0,13	0,16
Примечание – * – Тонем выделены значения показателей выше 1ПДКм.р. и 1ПДКс.с.								

Оценка качества атмосферного воздуха по данным ТСН показала, что в среднем за 7 лет превышение максимальных из разовых концентраций наблюдалось по взвешенным веществам (1,15 ПДКм.р.). Среднегодовые концентрации практически всех контролируемых веществ, тропных к органам дыхания, за исключением азота диоксида (1,2 ПДКс.с. в 2018 году), соответствуют гигиеническим нормативам.

Результаты исследований содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Ачинск по данным Центра гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае за 2012-2018 гг. представлены в Таблице 3.13.

Таблица 3.13 – Содержание загрязняющих веществ, потенциально опасных для органов дыхания, в атмосферном воздухе г. Ачинска за период 2012-2018 гг. (данные ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае»)

Наименование вещества	Концентрация в атмосферном воздухе				
	разовые замеры, доля ПДКм.р.		суточные замеры, доля ПДКс.с.		средняя за 2012-2018 гг., доля ПДКс.с.
	средняя	максимальная	средняя	максимальная	
Азота диоксид	0,49	8,40*	2,46	30,0	2,30
Алюминий**	–	–	0,38	1,16	–
Взвешенные вещества	0,78	10,4	2,72	43,6	2,71
Взвешенные частицы РМ2,5	0,24	0,63	1,38	1,38	1,38
Взвешенные частицы РМ10	0,42	0,40	0,89	0,89	–
Сероводород	0,63	0,63	–	–	–
Ксилол**	0,27	0,95	–	–	–
Марганец	–	–	0,10	0,26	0,10
Медь	–	–	0,01	0,03	0,01
Никель	–	–	0,01	0,03	0,01
Хром (VI)	–	–	0,16	0,52	0,16
Серы диоксид	0,17	0,36	1,97	3,60	1,85
Формальдегид	0,40	4,16	1,98	20,8	1,91
Фториды газообразные	0,78	4,93	3,05	8,25	2,79
Примечания					
1 * – Тоном выделены значения показателей выше 1ПДКм.р. или 1ПДКс.с.					
2 ** – Вещества, для которых отсутствует ПДКм.р. или ПДКс.с.					

Оценка качества атмосферного воздуха по данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае» в период 2012-2018 гг. показала, что по всем систематически контролируемым веществам (азота диоксиду, взвешенным веществам, серы диоксиду, формальдегиду), потенциально опасным для органов дыхания, наблюдались превышения предельных допустимых концентраций: максимальных из разовых замеров – от 4,16 до 10,4 ПДКм.р., максимальных из суточных замеров – от 3,6 до 43,6 ПДКс.с. и среднегодовых – от 1,85 до 2,71 ПДКс.с. Кроме этого, зарегистрировано превышение предельных допустимых концентраций по дополнительно контролируемым веществам: максимальных из разовых и суточных замеров, среднегодовых – по фторидам газообразным (до

4,93 ПДКм.р., до 8,25 ПДКс.с. и до 2,79 ПДКс.с. соответственно); максимальных из суточных замеров и среднегодовых – по взвешенным частицам PM2.5 (до 1,38ПДКс.с.).

Результаты исследований содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Ачинск по данным ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения представлены в Таблице 3.14.

Таблица 3.14 – Содержание загрязняющих веществ, потенциально опасных для органов дыхания, в атмосферном воздухе г. Ачинска в 2017 г. (данные ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»)

Наименование вещества	Концентрация в атмосферном воздухе					
	ПДКм.р., мг/м ³	разовые замеры, доля ПДКм.р.		ПДКс.с., мг/м ³	суточные замеры, доля ПДКс.с.	
		Средняя	Максимальная		Средняя	Максимальная
Алюминий*	–	–	–	0,01	0,56	3,06
Ванадий (V)*	–	–	–	0,002	0,01	0,03
Взвешенные вещества	0,5	0,66	1,86*	0,15	2,01	5,59
Взвешенные частицы PM2,5	0,16	0,24	0,68	0,035	0,90	3,11
Взвешенные частицы PM10	0,3	0,42	1,78	0,06	2,47	8,92
Ксилол*	0,2	0,21	4,32	–	–	–
Марганец	0,01	0,03	0,11	0,001	0,26	1,12
Медь	0,003	0,07	0,29	0,002	0,05	0,44
Никель	0,002	0,01	0,01	0,001	0,01	0,03
Сероводород**	0,008	0,63	0,63	–	–	–
Толуол**	0,6	0,21	3,04	–	–	–
Фториды газообразные	0,02	0,79	4,93	0,005	2,06	8,25
Хром (VI)**	–	–	–	0,0015	0,05	0,06
Примечания						
1 * – Тоном выделены значения показателей выше 1ПДКм.р. или 1ПДКс.с.						
2 ** – Вещества, для которых отсутствует ПДКм.р. или ПДКс.с.						

В результате оценки качества атмосферного воздуха в жилой застройке по данным натурных исследований ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения (2017 г.) установлено, что содержание ряда веществ не обеспечивает соблюдение гигиенических нормативов. Установлено превышение содержания марганца, алюминия, фторидов

газообразных, взвешенных веществ, взвешенных частиц PM_{2,5} и PM₁₀ относительно предельно допустимых концентраций средние из суточных замеров в 1,12-8,92 раза (максимальные превышения); фторидов газообразных, взвешенных веществ, взвешенных частиц PM₁₀, ксилола, толуола относительно предельно допустимых концентраций максимальных из разовых замеров в 1,78-4,93 раза (максимальные превышения). Регистрируется присутствие в атмосферном воздухе ванадия (V), никеля, хрома (VI) в концентрациях на уровне до 0,03-0,06 ПДКс.с., меди – до 0,44 ПДКс.с.

Исследование и оценка результатов морфометрического состава взвешенных частиц, содержащихся в пробах атмосферного воздуха, показала, что среднепоперечный размер частиц колеблется от 0,5 до 107,2 мкм (Таблица 3.15). Медиана логнормального распределения установлена на уровне $2,40 \pm 0,41$ мкм частиц. Ультратонкие частицы PM₁ и менее (наночастицы) составляют порядка 10 %. Наибольшую долю (суммарно 41 %) составляют частицы размером 0,5-2,5 мкм. Доля частиц размером 2,6-10,0 мкм составляет суммарно 35,7 %, 10,1 мкм и более – 25 % от общего количества частиц.

Таблица 3.15 – Морфометрический состав взвешенных частиц в пробах атмосферного воздуха в жилой застройке г. Ачинск, 2017 г.

Размер частиц, мкм	Доля частиц, %	Размер частиц, мкм	Коэффициент сферичности частиц, у.е.	Доля частиц, %	Статистический показатель	Размер частиц, мкм	Коэффициент сферичности частиц, у.е.
0,5-0,1	1,79	1,0-5,0	0,6-0,7	10,7	медиана логнормального распределения	$2,40 \pm 0,41$	$0,82 \pm 0,01$
1,1-1,5	12,5		0,71-0,8	17,9			
1,6-2,0	19,6		0,81-0,9	64,3			
2,1-2,5	7,14		0,91-0,99	7,1			
2,6-3,0	3,57	5,0-10,0	0,6-0,7	30,0	минимальное значение	1,10	0,56
3,1-4,0	1,79		0,71-0,8	60,0			
4,1-5,0	7,14		0,81-0,9	10,0			
5,0-6,0	3,57	10,0-20,0	0,6-0,7	43,3	максимальное значение	18,09	0,89
6,0-7,0	5,36		0,7-0,8	45,7			
7,0-8,0	3,57		0,8-0,9	11,0			
8,0-9,0	5,36		0,6-0,7	33,1			
9,0-10,0	5,36	> 20,0	0,7-0,8	50,0			
>10,1	25,0		0,8-0,9	16,9			

Оценка геометрической формы частиц показала, что наибольшую долю

(60,0% от общего количества) составляют частицы с коэффициентом сферичности 0,71-0,8, что соответствует форме призмы (Рисунки 3.2, 3.3).

Периметр исследованных частиц мелкодисперсных фракций составил от 0,31 мкм до 625,22 мкм, площадь – от 0,24 до 5755,6 мкм².

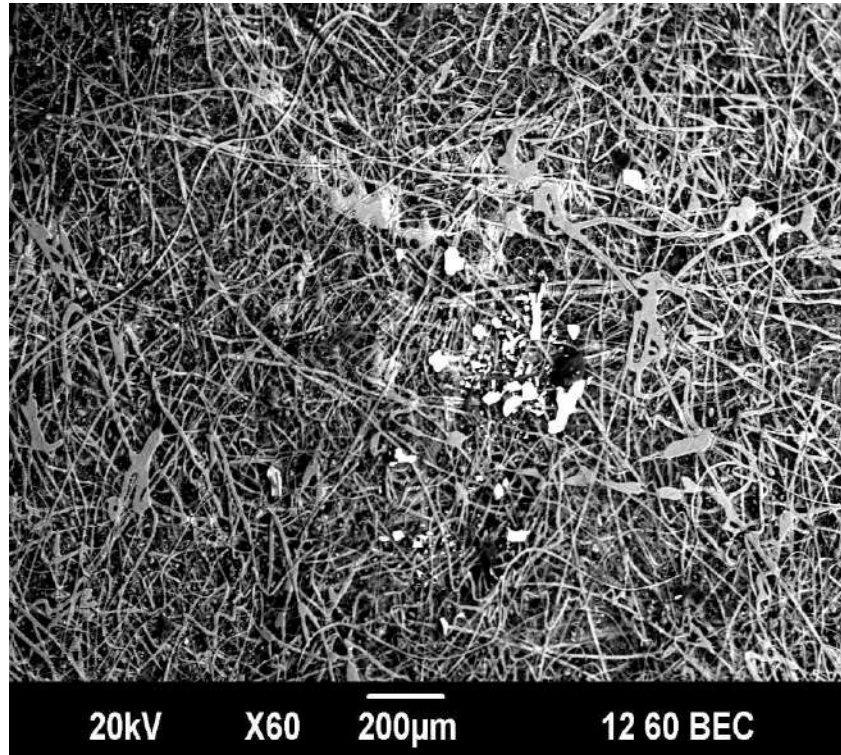


Рисунок 3.2 – Частицы взвешенных веществ, обнаруженные на фильтре методом электронной микроскопии

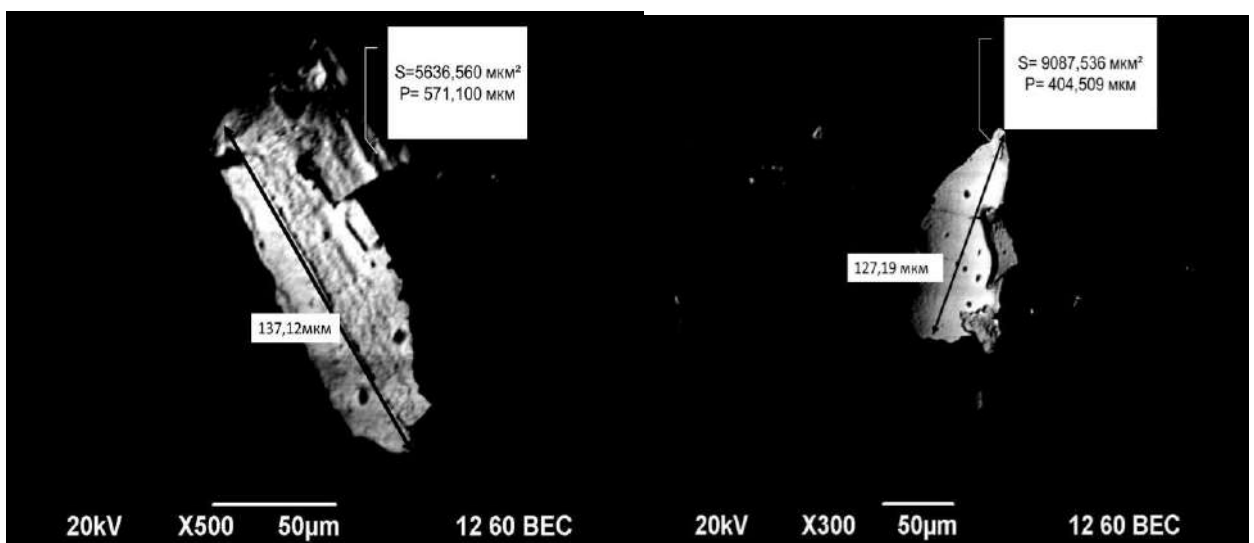


Рисунок 3.3 – Изображение мелкодисперсной частицы методом электронной микроскопии

Оценка результатов рентгеноспектрального анализа химического состава мелкодисперсных частиц показала, что состав частиц различного размера сложный и включает комплекс оксидов металлов и неметаллов, потенциально опасных для органов дыхания (Таблица 3.16).

Таблица 3.16 – Морфометрический и химический состав взвешенных частиц в пробах атмосферного воздуха жилой застройки г. Ачинск, 2017 г.

Морфометрические параметры частиц					Химический состав частиц, % масс.					
средне-поперечный размер, мкм	площадь (S), мкм ²	периметр (P), мкм	коэффициент сферичности (K _{сф})	фактор дисперсности (f _{дисп})	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Cr ₂ O ₃	MnO	NiO	TiO ₂
1,98	2,15	7,38	0,71	3,52	5,01	10,46	-	-	-	-
3,50	8,20	11,71	0,86	1,85	3,99	6,57	12,37	-	7,71	-
4,47	10,77	13,89	0,83	1,61	5,05	11,64	8,57	-	3,84	13,13
8,80	49,52	31,49	0,79	0,75	1,84	2,27	17,02	0,66	8,55	-
10,18	57,55	33,16	0,81	0,70	10,92	26,17	-	-	-	54,38
15,33	134,3	60,20	0,68	0,45	21,86	34,99	-	-	-	-
20,85	257,1	69,96	0,81	0,33	17,10	33,94	-	0,56	-	2,28

В состав практически всех исследованных взвешенных частиц входят оксиды алюминия и кремния (массовая доля составляет от 1,8 до 35 % от общей массы частиц). Реже в составе частиц идентифицированы оксиды титана (массовая доля до 54,4 %), хрома (до 17,0 %), никеля (до 8,5 %) и марганца (до 0,7 %).

Средняя концентрация взвешенных частиц PM₁₀ в исследованных пробах атмосферного воздуха составила 0,68±0,05 мг/м³ (11,3 ПДКс.с.), взвешенных частиц PM_{2,5} – 0,37±0,08 мг/м³ (10,6 ПДКс.с.).

Качество питьевой воды. Результаты гигиенической оценки качества питьевой воды по содержанию химических веществ, адекватных приоритетным потенциально опасным для органов дыхания компонентам выбросов в атмосферный воздух г. Ачинск (алюминий, марганец, хром (VI), никель, медь, ванадий (V), фтор, ксилол, толуол, формальдегид), представлены в Таблице 3.17.

Анализ имеющейся информации позволил установить, что в период 2012-2018 гг. в питьевой воде, подаваемой населению после водоподготовки, максимальные концентрации содержания ряда веществ превышали предельно

допустимые концентрации, а именно: из поверхностного источника – алюминия и марганца в 1,25 и 42,2 раза соответственно; из подземного водоисточника – никеля, марганца, алюминия и фтора от 1,2 до 2,95 раза (максимальные превышения).

Таблица 3.17 – Содержание химических веществ в питьевой воде г. Ачинск (данные ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае») за период 2012-2018 гг.

Наименование вещества	ПДК, мг/дм ³	Концентрация, доли ПДК	
		средняя	максимальная
Поверхностный водоисточник			
Алюминий	0,2	0,31	1,25
Марганец	0,1	2,10	42,2
Хром (VI)	0,05	0,11	0,82
Медь	1,0	0,01	0,07
Никель	0,02	0,14	0,19
Фтор	1,5	0,25	0,92
Ванадий (V)*	0,1	–	–
Ксилол*	0,05	–	–
Толуол*	0,5	–	–
Формальдегид*	0,05	–	–
Подземный водоисточник			
Алюминий	0,2	0,24	1,20
Марганец	0,1	0,19	2,56
Хром(VI)	0,05	0,10	0,10
Медь	1,0	0,01	0,14
Никель	0,02	0,59	2,95
Фтор	1,5	0,19	1,53
Ванадий*	0,1	–	–
Ксилол*	0,05	–	–
Толуол*	0,5	–	–
Формальдегид*	0,05	–	–
Примечание – * – Вещества, значения которых более чем в 95 % проб ниже порога обнаружения			

Концентрации ксилола, толуола в питьевой воде, включенных в программу наблюдений в рамках СГМ и являющихся потенциально опасными для органов дыхания при поступлении с атмосферным воздухом, определялись ниже порога обнаружения более чем в 95 % проб.

Качество почвы. Гигиеническая оценка качества почвы по содержанию химических веществ, адекватных приоритетным потенциально опасным для органов дыхания компонентам выбросов в атмосферный воздух г. Ачинска

(алюминий, ванадий, марганец, хром, медь, никель, фтор), показала, что в период 2012-2018 гг. отсутствует превышение гигиенических нормативов. Средняя концентрация изучаемых веществ составила 0,21-0,48 ПДК, максимальная концентрация – 0,32-0,72 ПДК (Таблица 3.18).

Таблица 3.18 – Содержание химических веществ в почве г. Ачинск за период 2012-2018 гг. (данные ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае»)

Наименование вещества	ПДК, мг/кг	Концентрация, доли ПДК	
		средняя	максимальная
Алюминий (валовое содержание)*	-	-	-
Ванадий (валовое содержание)	150	0,25	0,32
Марганец (валовое содержание)	1500	0,37	0,42
Хром (подвижная форма)	5	0,42	0,65
Медь (валовое содержание)	132	0,21	0,47
Никель (валовое содержание)	80	0,48	0,72
Фтор (водорастворимая форма)	10	0,29	0,45
Примечание – * – отмечены вещества, для которых отсутствуют ПДК и/или фоновая концентрация			

Качество пищевых продуктов. Гигиеническая оценка качества пищевых продуктов, реализуемых через торговую сеть на территории г. Ачинск, по содержанию химических веществ, адекватных приоритетным потенциально опасным для органов дыхания компонентам выбросов в атмосферный воздух (марганец, медь), показала, что в период 2012-2018 гг. отсутствует превышение гигиенических нормативов. Средняя концентрация меди составила 0,5ПДК, максимальная концентрация – 0,69ПДК. Среднее содержание марганца более чем в 95 % исследованных проб регистрировалось ниже порога обнаружения.

Таким образом, обобщение результатов комплексного гигиенического анализа качества объектов среды обитания в селитебной застройке по содержанию химических веществ, потенциально опасных для органов дыхания, поступающих в составе компонентов выбросов, связанных с хозяйственной деятельностью субъекта по производству глинозема с учетом переработки металлического лома, в атмосферный воздух жилой застройки г. Ачинск, выполненное по данным мониторинговых наблюдений и результатам натурных исследований в период 2012-2018 гг., выявило в селитебной застройке нарушение обязательных требований санитарного законодательства. Качество атмосферного воздуха не обеспечивает выполнение требований государственных санитарно-

эпидемиологических правил (СанПиН 2.1.6.1032-01) и гигиенических нормативов, регламентирующих предельно допустимое содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест (ГН 2.1.6.3492-17). Не соответствует гигиеническим нормативам содержание взвешенных веществ, взвешенных частиц РМ_{2,5} и РМ₁₀, азота диоксида, азота оксида, серы диоксида, алюминия, марганца, фторидов газообразных, формальдегида (максимальные превышения от 1,12 ПДКс.с. до 43,6 ПДКс.с.); толуола и ксилола (от 3,04 до 4,32 ПДКм.р.). Постоянно присутствуют сероводород (в концентрации до 0,6 ПДКм.р.) ванадий (V), никель, хром (VI), медь в концентрациях (от 0,03 до 0,44 ПДКс.с.). Взвешенные вещества представлены преимущественно частицами до 2,5 мкм, несферической формы, содержащими в своем составе оксиды кремния, алюминия, хрома, марганца, никеля, титана, что может усугублять интенсивность действия изучаемых веществ на органы дыхания.

Сопоставительный анализ программы лабораторного контроля загрязнений атмосферного воздуха, осуществляемого в рамках деятельности системы СГМ, организованной в городе Ачинске, с перечнем потенциально опасных для органов дыхания химических веществ, поступающих в составе выбросов, связанных с хозяйственной деятельностью субъекта по производству глинозема и формирующих неудовлетворительное качество атмосферного воздуха, позволил выявить ряд позиций (по перечню веществ, объему исследований), неадекватных существующей санитарно-гигиенической ситуации.

Качество питьевой воды централизованных систем водоснабжения населения из поверхностного и подземного водоисточников не обеспечивает выполнение требований санитарно-эпидемиологических правил (СанПиН 2.1.4.1074-01) и гигиенических нормативов, регламентирующих содержание химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ГН 2.2.5.1315-03). Не соблюдаются гигиенические нормативы содержания алюминия, марганца и фтора (максимальные превышения составляют от 1,2 до 42,2 ПДК).

Качество почв по содержанию фтора, хрома, марганца, ванадия, меди,

никеля соответствует гигиеническим нормативами, регламентирующим содержание химических веществ в почве (ГН 2.1.7.2041-06).

Качество пищевых продуктов, реализуемых через торговую сеть в г. Ачинск, по содержанию марганца и меди обеспечивает выполнение требований санитарных норм и правил, определяющих безопасность пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2.1078-01).

Существующее качество атмосферного воздуха и питьевой воды в г. Ачинск может формировать риски здоровью детского населения жилой застройки в зоне влияния субъекта хозяйственной деятельности по производству глинозема. При этом изучаемые компоненты загрязнения атмосферного воздуха (взвешенные вещества, взвешенные частицы PM_{2,5} и PM₁₀, азота диоксид, азота оксид, серы диоксид, формальдегид, алюминий, марганец, медь, никель, фториды газообразные, толуол, ксилол, сероводород, ванадий (V), хром (VI)) при одновременном поступлении ингаляционным путем обладают высокой потенциальной опасностью для органов дыхания. Перечисленные вещества при поступлении в организм с питьевой водой, почвой (при заглатывании), пищевыми продуктами не представляют потенциальной опасности в отношении развития болезней органов дыхания.

На основании полученных результатов гигиенической оценки содержания 17 загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, входящих в перечень приоритетных потенциально опасных для органов дыхания и связанных с хозяйственной деятельностью субъекта по производству глинозема с учетом переработки металлического лома, необходимым является оценка аэрогенной экспозиции, как приоритетного вида воздействия, и формируемого при этом риска развития болезней органов дыхания, в первую очередь, у детей.

Город Сосновоборск – город в Красноярском крае, расположенный на расстоянии 30 км от города Красноярска, позиционируется как спальный район, в котором ведется крупномасштабное строительство жилья и объектов социальной инфраструктуры. Город имеет единую архитектурно-планировочную систему с

рациональным функциональным зонированием территории площадью 15 км² и общей площадью зелёных массивов и насаждений около 50 га [137]. Численность населения на 1 января 2019 г. 40,61 тыс. человек [179].

Атмосферный воздух.

На территории г. Сосновоборска инструментальные исследования качества атмосферного воздуха выполнены в течение 2016-2017 гг. ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае» в рамках СГМ. Всего отобрано 852 пробы, в том числе 635 разовых и 217 суточных проб атмосферного воздуха в 7 точках маршрутных постов наблюдений (ул. Юности, 7, 41, пр. Ленинского, 18, ул. 9-ой Пятилетки, 28, ул. Комсомола, 18, ул. Молодежная, 10, ул. Солнечная, 6, 9а, ул. Пятилетки, 7а) на содержание 20 примесей: ксилол, азота оксид, азота диоксид, бенз(а)пирен, ванадий (V), взвешенные вещества, взвешенные частицы PM10, взвешенные частицы PM2,5, фториды газообразные, алюминий, сероводород, марганец, медь, толуол, никель, сера диоксид, углерод черный (сажа), формальдегид, хром (VI).

Результаты гигиенической оценки качества атмосферного воздуха по содержанию изучаемых химических веществ, соответствующих приоритетным потенциально опасным для органов дыхания компонентам загрязнения атмосферного воздуха г. Ачинск представлены в Таблицах 3.19, 3.20.

Таблица 3.19 – Сравнительная оценка качества атмосферного воздуха г. Ачинск и г. Сосновоборск по содержанию химических веществ, потенциально опасных для органов дыхания, 2012-2018 гг.

Наименование вещества	ПДКм.р., мг/м ³	Концентрация в атмосферном воздухе					
		средняя из разовых замеров, доли ПДКм.р.			максимальная из разовых замеров, доли ПДКм.р.		
		Сосново борск	Ачинск	Ачинск/Сосново борск	Сосново борск	Ачинск	Ачинск/Сосново борск
1	2	3	4	5	6	7	8
Азота диоксид	0,2	0,48	0,49	1,02***	2,85	8,40	2,95
Азота оксид	0,4	0,19	1,32	6,95	0,93	1,32	1,40
Алюминий**	–	–	–	–	–	–	–
Ванадий (V)**	–	–	–	–	–	–	–
Взвешенные вещества	0,5	0,16	0,78	4,88	0,58	10,4	17,9
Взвешенные частицы PM2,5	0,16	0,29	0,24	0,83	1,39	0,68	0,49
Взвешенные частицы PM10	0,3	0,19	0,42	2,21	0,82	1,78	2,17

Окончание Таблицы 3.19

1	2	3	4	5	6	7	8
Сероводород	0,008	0,10	0,63	6,30	0,55	0,63	1,15
Ксилол	0,2	0,13	0,21	1,62	1,57	4,32	2,75
Марганец	0,01	0,01	0,03	3,0	0,03	0,11	3,67
Медь	0,003	0,03	0,07	2,3	0,05	0,29	5,8
Толуол	0,6	0,29	0,21	0,72	3,37	3,04	0,90
Никель	0,002	0,01	0,03	3,0	0,01	0,05	5,0
Сера диоксид	0,5	0,06	0,17	2,83	0,87	0,36	0,41
Формальдегид	0,05	0,35	0,40	1,14	0,61	4,16	6,82
Фториды газообразные	0,02	0,76	0,79	1,04	1,28	4,93	3,85
Хром (VI)**	–	–	–	–	–	–	–

Примечания
1 * – Вещества, значения которых более чем в 95 % проб ниже порога обнаружения.
2 ** – Вещества, для которых отсутствует ПДКс.с.
3 *** – Тоном выделены значения выше ПДКс.с.

Таблица 3.20 – Сравнительная оценка качества атмосферного воздуха г. Ачинск и г. Сосновоборск, 2012-2018 гг.

Наименование вещества	ПДКс.с., мг/м ³	Концентрация в атмосферном воздухе					
		средняя из суточных замеров, доли ПДКс.с.			максимальная из суточных замеров, доли ПДКс.с.		
		Сосново борск	Ачинск	Ачинск/ Сосново борск	Сосново борск	Ачинск	Ачинск/ Сосново борск
Азота диоксид	0,04	2,15	2,46	1,14***	8,24	30,0	3,64
Азота оксид	0,06	1,07	1,32	1,23	3,57	1,32	0,37
Алюминий	0,01	0,09	0,56	6,22	0,28	3,06	10,9
Ванадий (V)*	0,002	–	0,01	–	–	0,03	–
Взвешенные вещества	0,15	0,56	2,72	4,86	1,18	43,6	37,0
Взвешенные частицы PM10	0,06	0,96	2,47	2,57	2,56	8,92	4,41
Взвешенные частицы PM2,5	0,035	1,32	1,38	1,05	2,12	3,11	1,47
Сероводород**	–	–	–	–	–	–	–
Ксилол**	–	–	–	–	–	–	–
Марганец	0,001	0,14	0,26	1,86	0,34	1,12	3,29
Медь	0,002	0,05	0,05	1,0	0,08	0,44	5,5
Толуол**	–	–	–	–	–	–	–
Никель	0,001	0,05	0,01	0,2	0,09	0,03	0,33
Сера диоксид	0,05	0,65	1,97	3,03	5,04	3,60	0,71
Формальдегид	0,01	1,89	1,98	1,05	3,05	20,8	6,82
Фториды газообразные хорошо растворимые	0,005	2,73	3,05	1,12	3,72	8,25	2,22
Хром (VI)*	0,0015	0,03	0,05	1,67	0,03	0,06	2,0

Примечания
1 * – Вещества, значения которых более чем в 95 % проб ниже порога обнаружения.
2 ** – Вещества, для которых отсутствует ПДКс.с.
3 *** – Тоном выделены значения выше ПДКс.с.

Анализ полученных результатов показал, что в период 2012-2018 гг. в жилой застройке г. Сосновоборска не соблюдаются гигиенические нормативы по ряду химических веществ. Превышены предельно допустимые концентрации максимальные из разовых замеров – ксилола, толуола, азота диоксида, взвешенных частиц PM_{2,5}, фторидов газообразных в 1,28-3,37 раза; предельно допустимые концентрации средние из суточных замеров – азота диоксида, азота оксида, взвешенных веществ, взвешенных частиц PM₁₀, серы диоксида, формальдегида, фторидов газообразных до 1,18-8,24.

Систематически регистрируются сероводород в концентрации в среднем на уровне 0,1 ПДКм.р.; медь, никель, хром (VI) – на уровне 0,01-0,05 ПДКс.с. Концентрация ванадия (V) более чем в 95 % проб ниже порога определения.

Исходя из вышеизложенного, качество атмосферного воздуха г. Сосновоборск по ряду веществ не соответствует требованиям государственных санитарно-эпидемиологических правил (СанПиН 2.1.6.1032-01) и гигиенических нормативов (ГН 2.1.6.3492-17).

При сравнительной оценке качества атмосферного воздуха г. Ачинск и г. Сосновоборск установлено, что в жилой застройке г. Ачинск средняя концентрация из суточных замеров азота диоксида, азота оксида, алюминия, взвешенных веществ, взвешенных частиц PM₁₀ и PM_{2,5}, марганца, серы диоксида, формальдегида, фторидов газообразных до 6,2 раза выше уровня содержания данных загрязнений в атмосферном воздухе г. Сосновоборск, а максимальная концентрация из суточных замеров указанных веществ – до 37 раз выше.

Гигиеническая оценка качества питьевой воды централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения населения г. Сосновоборск в период 2012-2018 гг. показала, что питьевая вода по содержанию изучаемых веществ (алюминий, ванадий, марганец, никель, медь, хром, ксилол, толуол, формальдегид, фтор), контролируемых в рамках СГМ обеспечивает соблюдение гигиенических нормативов (ГН 2.2.5.1315-03). Средняя концентрация марганца, никеля, меди, хрома, фтора в питьевой воде составила 0,01-0,17ПДК, максимальная концентрация – 0,09-0,7ПДК. Содержание ванадия, ксилола, толуола,

формальдегида регистрируется более чем в 95% проб ниже порога обнаружения.

Гигиеническая оценка качества почвы на территории г. Сосновоборск в течение 2012-2018 гг. показала, что по содержанию изучаемых химических веществ, контролируемых в рамках СГМ (ванадий, марганец, медь, никель, хром, фтор), качество почвы соответствует гигиеническим нормативам (ГН 2.1.7.2041-06). Средняя концентрация фтора, марганца, никеля, меди, хрома, ванадия в почве составила 0,12-0,53ПДК, максимальная концентрация – 0,17-0,57ПДК.

Гигиеническая оценка пищевых продуктов, реализованных через торговую сеть на территории г. Сосновоборск в течение 2012-2018 гг., показала, что качество пищевых продуктов по содержанию изучаемых веществ (марганец, медь), контролируемых в рамках СГМ, соответствует требованиям санитарно-эпидемиологических правил и нормативов (СанПиН 2.3.2.1078-01). Содержание марганца, меди регистрируется более чем в 95% проб ниже порога обнаружения.

Таким образом, в г. Сосновоборск, как и в г. Ачинск, качество питьевой воды и почвы является сопоставимым и удовлетворяет требованиям действующих гигиенических нормативов. Уровень загрязнения атмосферного воздуха по большинству изучаемых химических веществ (среднегодовой и среднесуточный) от 6 до 37 раз ниже уровня загрязнения атмосферного воздуха г. Ачинск, что позволило территорию г. Сосновоборск по качеству атмосферного воздуха использовать в дальнейших исследованиях в качестве территории сравнения.

**ГЛАВА 4 ОЦЕНКА РИСКА РАЗВИТИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ ОРГАНОВ
ДЫХАНИЯ У ДЕТЕЙ В ЗОНЕ ЭКСПОЗИЦИИ ХИМИЧЕСКИХ
ФАКТОРОВ, СВЯЗАННЫХ С ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ
СУБЪЕКТА ПО ПРОИЗВОДСТВУ ГЛИНОЗЕМА**

**4.1 Количественная оценка аэрогенной экспозиции
как приоритетного вида воздействия на органы дыхания у детей**

г. Ачинск. Результаты количественной оценки аэрогенной экспозиции, как приоритетного вида воздействия на органы дыхания, формируемой ненормативным качеством атмосферного воздуха по содержанию загрязняющих веществ в селитебной застройке, потенциально опасных для развития заболеваний органов дыхания, представлены в Таблицах 4.1, 4.2.

Таблица 4.1 – Средняя суточная доза потенциально опасных химических веществ-канцерогенов из атмосферного воздуха для детей и взрослых в зоне экспозиции, мг/(кг × сут)

Наименование вещества	Дети		Взрослые	
	среднее	максимальное	среднее	максимальное
Формальдегид	1,28E-03	2,37E-03	2,57E-03	3,66E-03
Хром (VI)	3,80E-07	5,83E-07	7,72E-07	1,01E-06
Никель	8,31E-07	1,27E-06	1,69E-06	2,21E-06
Суммарная средняя суточная доза (LADD)	1,28E-03	2,37E-03	2,57E-03	3,66E-03

Суммарная средняя суточная доза при комбинированном аэрогенном поступлении химических веществ-канцерогенов для детей составляет 1,28E-03 мг/(кг × сут), максимальный уровень – 2,37E-03 мг/(кг × сут); для взрослых – 2,57E-03 мг/(кг × сут) и 3,66E-03 мг/(кг × сут) соответственно.

Суммарная средняя суточная доза химических веществ, способных оказывать повреждающее действие на органы дыхания при хроническом комбинированном

аэрогенном поступлении в организм, для детей составляет 23,5 мг/(кг × сут), максимальный уровень – 51,35 мг/(кг × сут); для взрослых – 10,09 мг/(кг × сут) и 16,77 мг/(кг × сут) соответственно.

Таблица 4.2 – Средняя суточная доза потенциально опасных химических веществ, обладающих однонаправленным повреждающим действием на органы дыхания, из атмосферного воздуха для детей и взрослых в зоне хронической экспозиции, мг/(кг × сут)

Наименование вещества	Дети		Взрослые	
	Среднее	Максимальное	Среднее	Максимальное
Азота диоксид	0,653	2,411	0,282	0,743
Азота оксид	1,004	1,988	0,103	0,103
Азотная кислота*	0,000001	0,000004	0,0000002	0,000001
Алюминий	1,858	3,783	0,841	1,309
Ванадий	0,239	0,395	0,105	0,137
Взвешенные вещества	3,131	12,163	1,511	4,210
Взвешенные частицы PM _{2,5}	0,043	0,148	0,009	0,032
Взвешенные частицы PM ₁₀	0,202	0,725	0,043	0,152
Водород хлорид*	0,0000004	0,000001	0,0000005	0,000002
Сероводород	0,448	0,703	0,202-	0,405
Ксилол	0,376	0,627	0,166	0,217
Марганец	4,073	7,199	1,907	2,492
Медь	5,632	9,444	2,502	3,269
Толуол	0,274	0,467	0,124	0,162
Натрий гидроксид*	0,006	0,046	0,001	0,010
Никель	0,179	0,297	0,079	0,103
Пыль неорганическая с SiO ₂ <20 %*	0,0004	0,002	0,0001	0,0003
Пыль неорганическая с SiO ₂ 20-70 %*	0,006	0,014	0,001	0,003
Пыль неорганическая с SiO ₂ >70 %*	0,011	0,026	0,002	0,006
Сера диоксид	0,184	0,381	0,075	0,116
Серная кислота*	0,0003	0,001	0,0001	0,0003
Углерод черный*	0,001	0,003	0,0001	0,0007
Формальдегид	4,544	9,212	1,996	2,850
Фториды газообразные	0,592	1,243	0,329	0,430
Хром (VI)	0,043	0,077	0,018	0,024
Суммарная средняя суточная доза (ADDch)	23,50	51,35	10,09	16,77
Примечание – * Вещества, для которых средняя суточная доза рассчитана по результатам расчетов рассеивания				

Величина суммарной средней суточной дозы для детей в среднем в 2,3 выше по сравнению с показателем для взрослых, что свидетельствует о большей степени подверженности органов дыхания детей негативному воздействию потенциально опасных химических веществ при хроническом комбинированном

поступлении. Следовательно, дальнейшая оценка риска здоровью, обусловленного болезнями органов дыхания, более информативной является для детского населения, находящегося в зоне аэрогенной экспозиции химического фактора.

4.2 Установление численности и структуры населения в зоне экспозиции

Выполненные расчеты рассеивания приоритетных потенциально опасных загрязнений в приземном слое атмосферы и оценка канцерогенного и неканцерогенного риска развития нарушений со стороны органов дыхания в 6630 точках расчетной сетки на территории г. Ачинск позволили получить карту распределения коэффициентов и индексов опасности анализируемых веществ. Анализ пространственного распределения показал, что на исследуемой территории в результате аэрогенной экспозиции формируются риски развития заболеваний органов дыхания, превышающие приемлемый уровень ($HI < 1$).

Количественная и пространственная оценка зоны аэрогенной экспозиции, формирующей неприемлемые риски и связанной с приоритетными потенциально опасными компонентами выбросов хозяйственного субъекта по производству глинозема, показала, что зона распространяется от границы основной промышленной площадки размещения производства до ближайшей селитебной застройки в северо-восточном направлении на расстоянии 1,84 км, в восточном-северо-восточном направлении – 2,33 км; до наиболее удаленной жилой застройки в северо-восточном направлении – 10,70 км. Общая площадь зоны хронической экспозиции, формирующей неприемлемые риски для здоровья, на территории города Ачинск составляет 80 км² (77,5 % от общей площади территории города).

Анализ результатов оценки численности и половозрастной структуры населения позволил установить, что в зоне экспозиции, формирующей

неприемлемый канцерогенный риск здоровью, находится порядка 1 500 человек.

В зоне аэрогенной экспозиции, формирующей неприемлемый неканцерогенный острый риск ($HI > 1$) на площади ориентировочно 9,6 км², находится порядка 22,4 тыс. человек, в том числе 7,5 тыс. детей в возрасте 0-17 лет (47 % мальчиков и 53 % девочек), что составляет 33,4 %. В зоне аэрогенной экспозиции, формирующей неприемлемый неканцерогенный хронический риск, на площади порядка 80 км² проживает 96,1 тыс. человек (90,2 % от общей численности населения). Из них около 18,5 тыс. человек (19,3 %) составляют дети в возрасте 0-17 лет и 77,5 тыс. взрослых от 18 лет и старше (Таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Численность населения г. Ачинск, находящегося в зоне аэрогенной экспозиции, формирующей неприемлемый хронический риск развития заболеваний органов дыхания и связанной с воздействием потенциально опасных компонентов выбросов хозяйственного субъекта по производству глинозема

Риск	Уровень риска	Количество населения в зоне аэрогенной экспозиции, чел.		Площадь зоны экспозиции, км ²
		Дети (0-17 лет)	Взрослые (18 лет и старше)	
Острый неканцерогенный риск	$HI_{ac} > 1^*$	7473	14947	9,60
Хронический неканцерогенный риск	$1 < HI_{ic} < 3$	10305	40941	65,56
	$3 < HI_{icr} < 5$	8387	36242	12,04
	$HI_{icr} > 5$	85	358	3,00
	Итого	18575	77541	80,60
	ВСЕГО	96 116		
Примечание – * величина HI рассчитана по результатам расчетов рассеивания загрязняющих веществ				

Численность и половозрастная структура экспонированного детского населения в возрасте 4-17 лет и взрослого населения трудоспособного возраста представлена в Таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Численность экспонированного детского (4-17 лет) и взрослого населения трудоспособного возраста, находящегося в зоне экспозиции, формирующей неприемлемый хронический риск развития болезней органов дыхания, чел.

Уровень риска	Дети 4-17 лет		Взрослые трудоспособного возраста		
	муж.	Жен.	Муж. (18-59 лет)	жен. (18-54 лет)	Всего
$1 < \text{Ниср} < 3$	3 730	3 924	14835	14774	29609
$3 < \text{Ниср} < 5$	3 118	3 162	12107	12299	24406
$\text{Ниср} > 5$	29	32	99	116	215
Итого	13995		27041	27189	54230

Примеры визуального отображения точек проживания детей в зонах неприемлемого острого и хронического риска заболеваний органов дыхания представлены на Рисунках 4.1, 4.2.

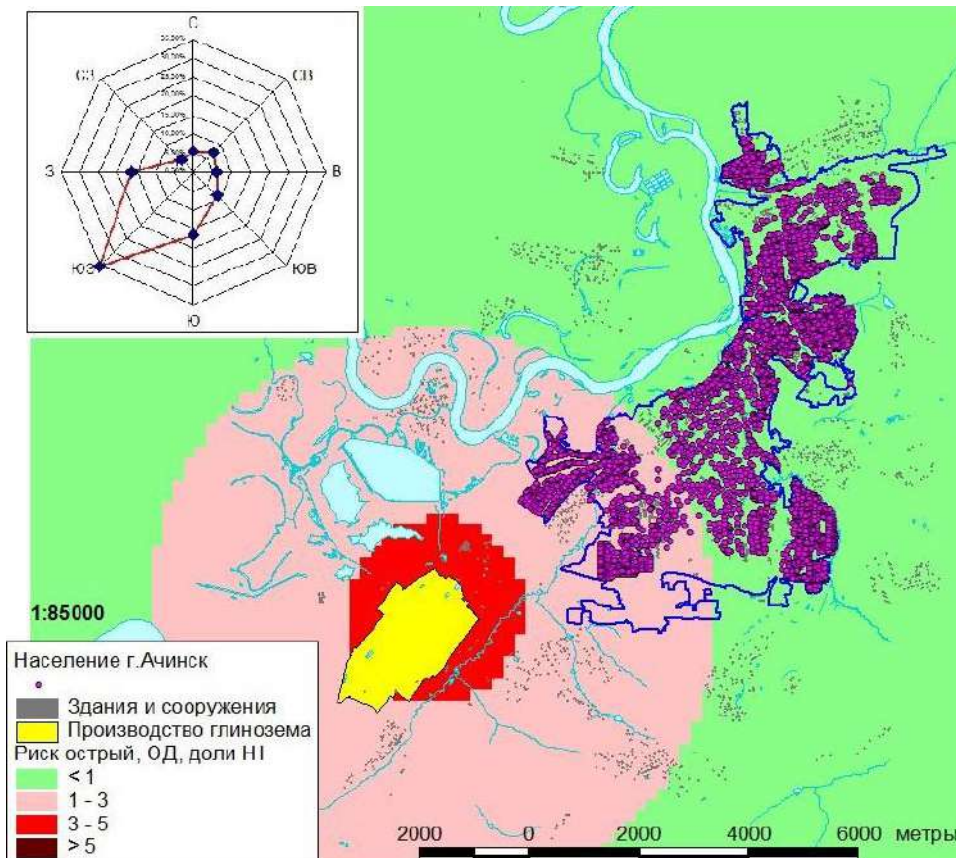


Рисунок 4.1 – Зона экспозиции, формирующей неканцерогенный острый риск развития заболеваний органов дыхания, точки проживания детей

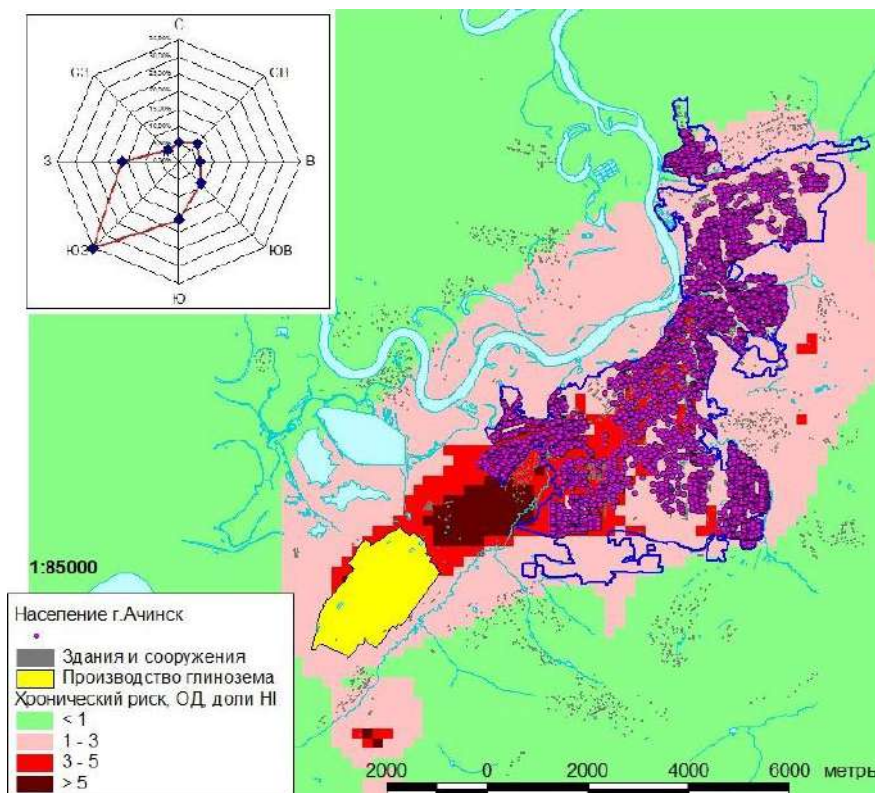


Рисунок 4.2 – Зона экспозиции, формирующей неканцерогенный хронический риск развития заболеваний органов дыхания, точки проживания детей

Численность детского населения в возрасте 4-17 лет, подвергающихся аэрогенной хронической экспозиции, формирующей неприемлемый риск развития заболеваний органов дыхания, составляет 13 995 детей, в том числе 6 877 мальчиков (49,2 %) и 7 118 девочек (50,8 %). В зоне высокого и максимального риска ($Нисг > 3$) находится 6 341 человек, что составляет 45,3 % от общего количества детей возрастной группы 4-17 лет. Количество детей в возрасте 4-7 лет составляет 2410 человек, они в 100 % случаев подвержены экспозиции.

В целом, установленное пространственное распределение, оценка численности и половозрастной структуры экспонированного населения свидетельствуют, что в зоне экспозиции находится практически вся селитебная застройка г. Ачинск. Хронической экспозиции, формирующей неприемлемый риск здоровью, обусловленный болезнями органов дыхания, подвергается практически 20% детей в возрасте от 0 до 17 лет.

4.3 Количественная оценка неканцерогенного и канцерогенного риска развития заболеваний органов дыхания у детей, подвергающихся аэрогенной экспозиции, прогнозирование дополнительного риска развития заболеваний органов дыхания

Результаты оценки неканцерогенного риска развития заболеваний органов дыхания у детей при остром ингаляционном воздействии потенциально опасных химических веществ представлены в Таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Неканцерогенный риск развития заболеваний органов дыхания у детей при остром ингаляционном воздействии приоритетных потенциально опасных химических веществ

Наименование вещества	Референтная концентрация (ARFC), мг/м ³	Коэффициент опасности (HQ)	
		Средний	Максимальный
Азота диоксид	0,47	0,15	0,38
Азота оксид	0,72	0,73	0,73
Азотная кислота**	0,09	0,002	0,02
Алюминий*	-	-	-
Ванадий	0,0002	0,22	0,22
Взвешенные вещества	0,30	1,92	5,18
Взвешенные частицы PM _{2,5}	0,065	0,59	1,67
Взвешенные частицы PM ₁₀	0,15	0,84	3,56
Водород хлорид**	2,1	0,0	0,0
Сероводород	0,1	0,05	0,05
Ксилол	4,3	0,02	0,02
Марганец *	-	-	-
Медь	0,1	0,01	0,01
Толуол	3,8	0,05	0,05
Натрий гидроксид**	0,005	0,93	6,78
Никель	0,003	0,01	0,01
Пыль неорганическая с SiO ₂ < 20 %	-	-	-
Пыль неорганическая с SiO ₂ 20- 70 %	-	-	-
Пыль неорганическая с SiO ₂ > 70 %	-	-	-
Сера диоксид	0,66	0,01	0,02
Серная кислота**	0,1	0,002	0,01
Углерод черный*	-	-	-
Формальдегид	0,048	0,61	0,77
Фториды газообразные	0,2	0,11	0,12
Хром (VI)*	-	-	-
Индекс опасности (HI)		6,3	19,6

Окончание Таблицы 4.5

Примечания
1 * – Вещества, для которых отсутствует ARFC
2 ** – Вещества, для которых коэффициент опасности рассчитан по результатам расчетов рассеивания
3 Тоном выделены значения $HQ > 1$

Установлено, что неканцерогенный риск развития заболеваний органов дыхания у детей при остром комбинированном ингаляционном воздействии превышает допустимое значение индекса опасности ($HI \leq 1$) в среднем в 6,3 раза, максимально – в 19,6 раза. Наибольший вклад в величину неканцерогенного острого риска, обусловленного заболеваниями органов дыхания, связан с содержанием в атмосферном воздухе натрия гидроксида (с максимальным вкладом до 34,6 %), взвешенных веществ (до 26,4 %), взвешенных частиц PM10 и PM2.5 (до 18,2 % и 8,5 % соответственно).

Результаты оценки неканцерогенного риска развития заболеваний органов дыхания у детей при хроническом ингаляционном поступлении в организм потенциально опасных химических веществ представлены в Таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Неканцерогенный риск развития заболеваний органов дыхания у детей при хроническом ингаляционном воздействии приоритетных потенциально опасных химических веществ (по результатам оценки качества атмосферного воздуха индивидуально в точке проживания каждого ребенка)

Наименование вещества	Референтная концентрация (RFC), мг/м ³	Коэффициент опасности (HQ)		Вклад в величину HI максимальный, %
		средний	максимальный	
1	2	3	4	5
Азота диоксид	0,04	2,12	2,57	5,15
Азота оксид	0,06	1,20	1,20	2,40
Азотная кислота**	0,04	0,0	0,0	0,0
Алюминий	0,005	2,50	2,78	5,57
Ванадий	0,0002	0,29	0,29	0,58
Взвешенные вещества	0,075	4,31	8,94	17,91
Взвешенные частицы PM10	0,15	2,96	4,52	9,05
Взвешенные частицы PM2,5	0,065	2,10	5,71	11,44
Водород хлорид**	0,02	–	–	–
Сероводород*	–	–	–	–
Ксилол	0,1	0,46	0,46	0,92
Марганец	0,00005	3,20	5,40	10,82

Окончание Таблицы 4.6

1	2	3	4	5
Медь	0,00002	2,98	6,94	13,90
Толуол	0,4	0,34	0,34	0,68
Натрий гидроксид**	0,002	0,10	0,48	0,96
Никель	0,00005	0,22	0,22	0,44
Пыль неорганическая с SiO ₂ <20 %*	–	–	–	–
Пыль неорганическая с SiO ₂ 20-70 %**	0,1	0,05	0,10	0,20
Пыль неорганическая с SiO ₂ >70 %*	–	–	–	–
Сера диоксид	0,05	1,97	2,39	4,79
Серная кислота**	0,001	0,0	0,0	0,0
Углерод черный (сажа)**	0,05	0,02	0,05	0,10
Формальдегид	0,003	5,46	6,77	13,56
Фториды газообразные	0,014	0,91	0,91	1,82
Хром (VI)	0,0001	0,11	0,25	0,50
Индекс опасности (HI)		31,30	50,07	100,0
Примечания				
1 * – Вещества, для которых отсутствует RFC				
2 ** – Вещества, для которых коэффициент опасности рассчитан по результатам расчетов рассеивания				
3 Тоном выделены вещества, для которых HQ>1				

Установлен индивидуальный неканцерогенный риск развития заболеваний органов дыхания у детей при хроническом комбинированном ингаляционном воздействии изучаемых веществ, превышающий допустимый уровень индекса опасности ($HI \leq 1$) в среднем в 31,3 раза, максимально – в 50,0 раз.

Факторами, определяющими неприемлемый уровень неканцерогенного риска развития заболеваний органов дыхания у детей при хроническом комплексном ингаляционном поступлении, являются следующие химические вещества, характеризующиеся однонаправленным повреждающим действием: взвешенные вещества (максимальный вклад в величину HI 17,9 %), медь (13,9 %), формальдегид (13,6 %), марганец (10,8 %), взвешенные частицы PM_{2.5} (11,4 %), взвешенные частицы PM₁₀ (9,1 %), алюминий (5,6 %), азота диоксид (5,2 %), сера диоксид (4,8 %), азота оксид (2,4%), фториды газообразные (1,8 %) (Таблица 4.5). Максимальный вклад остальных факторов (ванадия, ксилола, толуола, натрия гидроксида, никеля, пыли неорганической с SiO₂ 20-70 %, хрома (VI), углерода черного) в величину индекса неканцерогенной опасности развития заболеваний органов дыхания суммарно составляет 4,4 %.

В результате реализации расчета эволюции риска здоровью экспонированного населения показано, что при сохраняющейся аэрогенной экспозиции комплексом загрязняющих веществ прогнозируется эволюционное нарастание риска нарушений функций органов дыхания. При этом в возрасте от 1 года до 22 лет дополнительный риск заболеваний органов дыхания, ассоциированный с воздействием аэрогенного химического фактора, оценивается как пренебрежимо малый, с 23 до 68 лет – как умеренный, с 69 лет и старше – как высокий (Таблица 4.7).

Таблица 4.7 – Эволюция риска развития заболеваний органов дыхания у экспонированного населения

Возраст, лет	Дополнительная вероятность развития заболевания (приведенный индекс риска, \tilde{P}_j)	Оценка степени выраженности
1- 22	0,0-0,049	Пренебрежимо малый
23-68	0,052-0,340	Умеренный
69-71	0,352-0,377	Высокий

Факторами, в большей степени обуславливающими нарастание риска нарушения функции органов дыхания у населения, являются взвешенные вещества, фториды газообразные, ксилол, никель.

Суммарный канцерогенный риск здоровью детей при комбинированном поступлении канцерогенных веществ в среднем составил $7,57E-05$ и не превысил верхнюю границу приемлемого уровня риска ($10^{-6} \leq ICR \leq 10^{-4}$). Максимальный уровень канцерогенного риска составил $2,11E-04$, что превышает верхнюю границу приемлемого уровня и оценивается как неприемлемый. Факторами, определяющими неприемлемый канцерогенный риск здоровью экспонированных детей, является формальдегид, хром (VI), никель. Вклад в величину максимального риска хрома (VI) и формальдегида составляет 47,9-51,6, никеля – 0,5 %. Популяционный канцерогенный риск здоровью детского населения составляет максимально 14 дополнительных случаев злокачественных новообразований в течение всей жизни (~70 лет) или 0,2 случая в год.

Таким образом, в результате выполненных исследований установлено, что в зоне аэрогенной хронической экспозиции, формирующей риск здоровью,

обусловленный преимущественно болезнями органов дыхания, находится практически вся селитебная застройка г. Ачинск. Численность экспонированного населения составляет 96,1 тыс. человек (90,2 % от общей численности населения), в том числе 18,5 тыс. детей (19,3 %) в возрасте 0-17 лет и практически 14,0 тыс. детей в возрасте 4-17 лет. Установлен средний уровень канцерогенного риска здоровью детского населения. Популяционный канцерогенный риск составляет 0,2 случая в год. Неканцерогенный (острый и хронический) риск развития заболеваний у экспонированных детей превышает приемлемый уровень при максимальных значениях от 20 до 50 раз в отношении развития болезней органов дыхания. Ранжированный перечень факторов, формирующих неприемлемый хронический риск здоровью (по доле вклада в величину индекса опасности), включает 19 веществ, в том числе: взвешенные вещества, формальдегид, медь, взвешенные частицы PM10 и PM2.5, марганец, алюминий, азота оксид, азота диоксид, сера диоксид, фториды газообразные, ванадий, ксилол, толуол, натрия гидроксид, никель, пыль неорганическая SiO₂ 20-70 %, хром (VI), углерод черный. При сохраняющейся аэрогенной экспозиции идентифицированных факторов риска прогнозируется эволюционное нарастание дополнительного риска нарушений функций органов дыхания у населения в возрасте от 23 лет.

г. *Сосновоборск*. Результаты исследований позволили установить, что индивидуальный суммарный канцерогенный риск здоровью населения г. Сосновоборск, формируемый загрязнением атмосферного воздуха при одновременном ингаляционном поступлении химических веществ, составляет в среднем для детей 3,1E-05, для взрослых – 6,1E-05. Установленные значения канцерогенного риска не превышают верхнюю границу приемлемого уровня ($10^{-6} \leq ICR \leq 10^{-4}$) и оцениваются как допустимые.

Показано, что острый неканцерогенный риск развития заболеваний органов дыхания у детей г. Сосновоборск при комбинированном поступлении химических веществ из атмосферного воздуха не превышает приемлемый уровень ($HI \leq 1$) и оценивается как допустимый.

Сравнительная оценка хронического риска здоровью детского населения г.

Ачинск и г. Сосновоборск показала, что установленная величина индекса неканцерогенной опасности развития заболеваний органов дыхания до 14,6 раза превышает аналогичные показатели для детского населения г. Сосновоборск.

Таким образом, г. Сосновоборск характеризуется наиболее благоприятными условиями проживания для населения как по качеству атмосферного воздуха, так и по уровню риска здоровью, в том числе для развития заболеваний органов дыхания. Это подтвердило правомерность использования г. Сосновоборск в качестве территории сравнения в дальнейших исследованиях.

ГЛАВА 5 УГЛУБЛЕННАЯ ОЦЕНКА РЕАЛИЗАЦИИ РИСКОВ РАЗВИТИЯ БОЛЕЗНЕЙ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ В ВИДЕ ПРИЧИНЕНИЯ ВРЕДА ЗДОРОВЬЮ У ЭКСПОНИРОВАННОГО ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ

5.1 Сравнительный анализ и оценка структурно-динамических показателей заболеваемости детей болезнями органов дыхания по данным государственной статической отчетности и фактической обращаемости за медицинской помощью

Сравнительный анализ и оценка заболеваемости детского населения, выполненные по данным федеральной государственной статистической отчетности за период 2014-2017 гг., показали, что в структуре общей и первичной неинфекционной заболеваемости болезни органов дыхания занимают первое ранговое место, как на территории исследования, так и в среднем по краю. Доля болезней органов дыхания за анализируемый период составила $54,42 \pm 1,15$ % и $62,14 \pm 1,25$ % соответственно и достоверно превысила среднекраевой уровень ($49,28 \pm 0,53$ % и $55,90 \pm 0,27$ % соответственно, $p=0,0001$) (Рисунок 5.1).

Данные об уровне и динамике общей и первичной заболеваемости детского населения территории исследования болезнями органов дыхания в целом по классу и отдельным нозологическим формам неинфекционного генеза сравнительно со среднекраевыми показателями за период 2014-2017 гг. представлены в Таблице 5.1.

Сравнительный анализ представленных данных показал, что уровень общей и первичной заболеваемости в 1,4 раза превысил среднекраевые показатели ($p=0,0001$). Результаты анализа структуры заболеваемости болезнями органов дыхания позволили установить, что у детского населения территории исследования и края в целом данный класс представлен преимущественно хроническими болезнями миндалин и аденоидов, хроническим бронхитом, бронхиальной астмой.

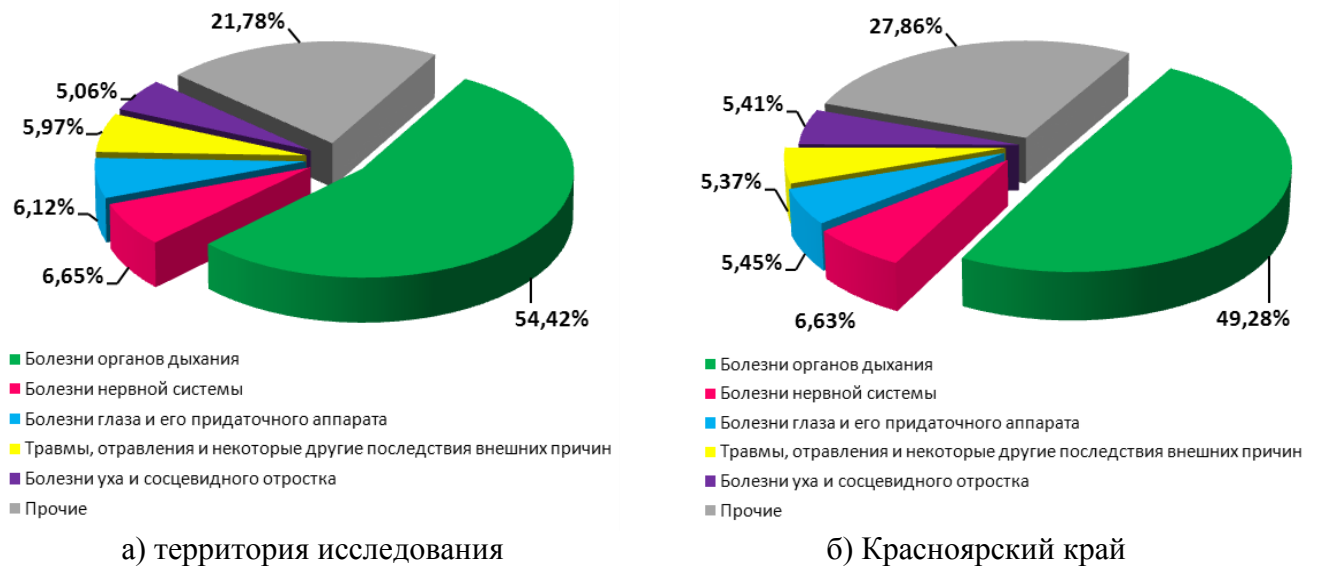


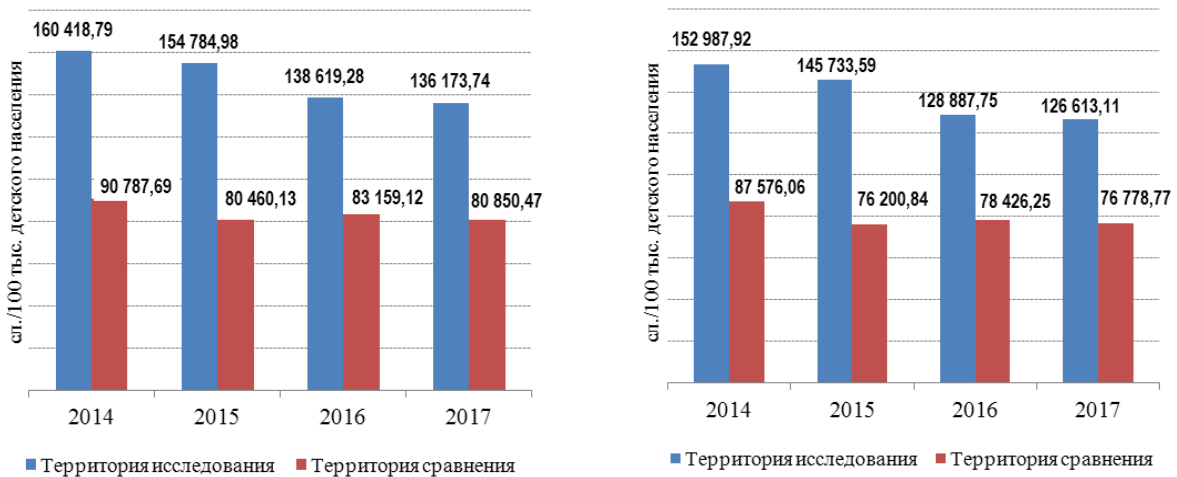
Рисунок 5.1 – Структура общей заболеваемости детского населения в среднем за 2014-2017 гг.

Таблица 5.1 – Показатели заболеваемости детского населения болезнями органов дыхания в 2014–2017 гг. (данные государственной статотчетности)

Класс болезней / нозология	Территория исследования		Красноярский край		Отношение территория исследования/ Красноярский край (по средним)	Достоверность различий средних, $p \leq 0,05$
	среднее за 2014-2017 гг., сл. на 100 тыс. детей	темп прироста к 2017г., %	среднее за 2014-2017 гг., сл. на 100 тыс. детей	темп прироста к 2017 г., %		
Общая заболеваемость						
Всего заболеваний	271049,55	-12,06	216425,45	-3,44	1,25	0,0001
J00-J99 Болезни органов дыхания, из них:	147499,20	-15,11	106653,68	-4,25	1,38	0,0001
J35 хронические болезни миндалин и аденоидов	12890,60	14,57	5468,35	17,50	2,36	0,0001
J40-J42 бронхит хронический неуточненный	85,02	79,25	132,48	24,32	0,64	0,0001
J45 астма, астматический статус	1018,75	-23,74	1347,18	-4,75	0,76	0,0001
Первичная заболеваемость						
Всего заболеваний	222960,08	-14,56	181484,14	20,74	1,23	0,0001
J00-J99 Болезни органов дыхания, из них:	138555,59	-17,24	101443,85	-5,05	1,40	0,0001
J35 хронические болезни миндалин и аденоидов	6046,13	5,62	2545,83	0,82	2,40	0,0001
J40-J42 бронхит хронический неуточненный	41,83	402,13	52,58	-1,04	0,79	0,0001
J45 астма, астматический статус	192,11	-14,27	164,21	-8,73	1,17	0,0001

Несмотря на имеющиеся положительные динамические тенденции заболеваемости по классу «Болезни органов дыхания» в целом, у детей территории исследования уровень общей и первичной заболеваемости хроническими болезнями миндалин и аденоидов достоверно превышал в 2,4 раза и бронхиальной астмой в 1,2 раза ($p=0,0001$) среднекраевые показатели.

При сравнительном анализе заболеваемости детского населения, выполненном по данным федеральной государственной статистической отчетности за 2014-2017 гг., отмечено, что у детей территории исследования в течение анализируемого периода регистрируются стабильно высокие уровни общей и первичной заболеваемости болезнями органов дыхания относительно показателей у детей территории сравнения. В среднем за 5 лет показатели составили 147499,20 и 138555,59 сл./100 тыс. детского населения соответственно, что превысило аналогичные показатели заболеваемости у детей территории сравнения в 1,86 и 1,83 раза соответственно ($p=0,0001$) (Рисунок 5.2, Таблица 5.2).



а) общая заболеваемость

б) первичная заболеваемость

Рисунок 5.2 – Динамика заболеваемости болезнями органов дыхания детского населения территории исследования и территории сравнения, 2014-2017 гг., сл./100 тыс.

Таблица 5.2 – Показатели заболеваемости детского населения болезнями органов дыхания в 2014-2017 гг. (данные государственной статотчетности)

Класс болезней / группы нозологий	Территория исследования		Территория сравнения		Отношение территория исследования/ территория сравнения (по средним)	Достоверность различий средних, $p \leq 0,05$
	среднее за 2014-2017 гг., сл. на 100 тыс. детей	темп прироста к 2017 г., %	среднее за 2014-2017 гг., сл. на 100 тыс. детей	темп прироста к 2017 г., %		
Общая заболеваемость						
Всего заболеваний	271049,55	-12,06	149401,94	2,73	1,81	0,0001
J00-J99 Болезни органов дыхания, из них:	147499,20	-15,11	79447,13	2,06	1,86	0,0001
J35 хронические болезни миндалин и аденоидов	12890,60	14,57	2910,66	139,59	4,43	0,0001
J40-J42 бронхит хронический и неуточненный	85,02	79,25	136,61	4,69	0,62	0,0001
J45 астма, астматический статус	1018,75	-23,74	843,33	42,38	1,21	0,0001
Первичная заболеваемость						
Всего заболеваний	222960,08	-14,56	115279,26	20,74	1,93	0,0001
J00-J99 Болезни органов дыхания	138555,59	-17,24	75558,65	0,47	1,83	0,0001
из них:						
J35-J36 хронические болезни миндалин и аденоидов	6046,13	5,62	967,96	63,44	6,25	0,0001
J35-J36 бронхит хронический и неуточненный	41,83	402,13	71,90	17,77	0,58	0,0001
J45-J46 астма, астматический статус	192,11	-14,27	136,49	34,60	1,41	0,0001

Сравнительный анализ структурных и динамических особенностей заболеваемости детей территории исследования болезнями органов дыхания относительно среднекраевого уровня и территории сравнения по данным государственной статистической отчетности в 2018 году не выявил принципиальных отличий относительно представленной картины за предыдущий 4-летний период.

Результаты сравнительного анализа и оценки заболеваемости детей болезнями органов дыхания, выполненные по данным фактической обращаемости за медицинской помощью в 2014-2017 гг., представлены в Таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Показатели заболеваемости детского населения болезнями органов дыхания в 2014–2017 гг. (данные обращаемости за медицинской помощью)

Класс болезней / группы нозологий	Территория исследования		Территория сравнения		Отношение территория исследования/ территория сравнения (по средним)	Достоверность различий средних, $p \leq 0,05$
	среднее за 2014-2017 гг., сл. на 1000 детей	темп прироста к 2017 г., %	среднее за 2014-2017 гг., сл. на 1000 детей	темп прироста к 2017 г., %		
J00-J98 Болезни органов дыхания, в том числе:	3241,39	28,55	2761,90	-13,31	1,17	0,0470
J35.9 хроническая болезнь миндалин и аденоидов неуточненная	1,34	-55,00	0,87	-100,00	1,55	0,0065
J42 хронический бронхит неуточненный	0,07	-	0,19	-	0,36	0,0001
J45.9 астма неуточненная	3,68	-	0,37	100,00	9,90	0,0001
J45.0 астма с преобладанием аллергического компонента	75,07	- 4,10	28,37	13,49	2,65	0,0001
J30.4 аллергический ринит неуточненный	13,02	49,23	1,86	-12,50	7,01	0,0001
J31.0 хронический ринит	6,10	-16,67	0,19	-	32,84	0,0001
J31.1 хронический назофарингит	0,33	-25,70	0,43	-	0,76	0,0025
J35.0 хронический тонзиллит	30,02	37,04	7,68	65,22	3,91	0,0001

За анализируемый период установлены достоверно более высокие показатели обращаемости за медицинской помощью детского населения территории исследования относительно аналогичных показателей территории сравнения по классу болезней органов дыхания (J00-J98) в 1,2 раза ($p=0,047$) и отдельным нозологиям: хроническая болезнь миндалин и аденоидов неуточненная (J35) – в 1,6 раза, астма неуточненная (J45.9) – в 9,9 раза, астма с преобладанием аллергического компонента – в 2,7 раза, аллергический ринит неуточненный (J30.4) – в 7,0 раз, хронический тонзиллит (J35.0) – в 3,9 раза, хронический ринит (J31.0) – в 32,8 раза ($p=0,0001-0,007$). Выявлено увеличение обращаемости за медицинской помощью за анализируемый период в связи с болезнями органов дыхания, в первую очередь, аллергическим ринитом, причем темпы прироста у детей группы исследования в 7 раз выше относительно показателя группы сравнения.

При сравнительном анализе структурных и динамических особенностей

заболеваемости детей болезнями органов дыхания территории исследования относительно территории сравнения по данным фактической обращаемости за медицинской помощью в 2018 году практически не выявлено изменений в текущей ситуации относительно предыдущего анализируемого периода (2014-2017 гг.).

Таким образом, анализ данных государственной статистической отчетности по заболеваемости детского населения за 2014-2018 гг. позволил установить преобладание в структуре заболеваемости болезней органов дыхания (1-е ранговое место). Выявлены особенности заболеваемости детей болезнями органов дыхания у детей территории исследования, характеризующиеся стабильно повышенным уровнем первичной заболеваемости (до 6 раз и более) относительно среднекраевых показателей и показателей у детей территории сравнения, в том числе по таким нозологиям, как хронические болезни миндалин и аденоидов, бронхиальная астма. Установлен достоверно повышенный уровень обращаемости за медицинской помощью детским населением территории исследования (до 32 раз и более) относительно показателей территории сравнения в связи с болезнями органов дыхания в целом по классу и по отдельным нозологическим формам (хронические болезни миндалин и аденоидов, бронхиальная астма, аллергический ринит, хронический ринит, хронический тонзиллит).

5.2 Анализ особенностей развития заболеваний органов дыхания у детей на основе эпидемиологических исследований и оценка причинно-следственных связей с экспозицией приоритетных факторов риска

Результаты эпидемиологического анализа данных фактической обращаемости за медицинской помощью детским населением территории исследования (по расчету отношения шансов) в связи с болезнями органов дыхания в целом и по отдельным нозологическим формам представлены в

Таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Связь аэрогенного воздействия приоритетных факторов риска с развитием заболеваний органов дыхания у детского населения (данные обращаемости за медицинской помощью, 2017 год)

Форма заболевания (диагноз по МКБ-10)		Детское население	Ответ на воздействие		Отношение шансов (OR)	Доверительный интервал (95 % DI)	Риск (R)	Отношение рисков (RR)
Код	Нозология		есть	нет				
J30.4	Аллергический ринит неуточненный	Территория исследования	116	11148	4,70	2,59-8,52	0,01	4,64
		Территория сравнения	12	5417				
J45.9	Астма неуточненная	Территория исследования	21	11243	10,14	1,36-75,39	0,002	10,11
		Территория сравнения	1	5428				
J35.8	Другие хронические болезни миндалин и аденоидов	Территория исследования	140	11124	3,40	2,13-5,44	0,01	3,36
		Территория сравнения	20	5409				
J31.0	Хронический ринит	Территория исследования	63	11201	30,53	4,23-220,18	0,01	30,28
		Территория сравнения	1	5428				
J35.0	Хронический тонзиллит	Территория исследования	392	10872	3,12	2,38-4,09	0,03	3,01
		Территория сравнения	62	5367				
J35.2	Гипертрофия аденоидов	Территория исследования	1290	9974	1,84	1,63-2,08	0,11	1,70
		Территория сравнения	357	5072				

В результате анализа полученных данных установлены достоверные связи возникновения болезней органов дыхания в целом и по отдельным нозологическим формам у детей территории исследования с ингаляционным воздействием приоритетных потенциально опасных химических веществ. При этом риск возникновения аллергического ринита в 4,6 раза, хронического ринита в 30,3 раза, хронического тонзиллита в 3,0 раза, гипертрофии аденоидов в 1,7 раза, других хронических болезней миндалин и аденоидов в 3,4 раза, астмы неуточненной в 10,1 раза выше относительно аналогичных показателей обращаемости за медицинской помощью детского населения территории

сравнения.

Популяционный риск возникновения дополнительных случаев болезней органов дыхания у детского населения территории исследования в целом по классу составляет 1028 случаев в год, в том числе по конкретным нозологиям: аллергическому риниту – 91 случай, бронхиальной астме – 19 случаев; хроническим болезням миндалин и аденоидов – 98 случаев; хроническому риниту – 61 случай; хроническому тонзиллиту – 257 случаев; гипертрофии аденоидов – 502 случая.

На основании математического моделирования причинно-следственных связей «средняя суточная доза химического вещества из атмосферного воздуха – обращаемость детского населения за медицинской помощью в связи с болезнями органов дыхания» получены достоверные зависимости ($p=0,0001$), описываемые в общем виде уравнением регрессии и представленные в Таблице 5.5.

Анализ результатов построения и параметризации математических моделей причинно-следственных связей показал, что из 1028 прогнозируемых дополнительных случаев болезней органов дыхания в год 463 случая (45 %) вероятно связаны с аэрогенным воздействием химического фактора: марганца (55,1 %), взвешенных веществ (49,9 %), толуола (48,1 %), меди (47,0 %), ксилола (41,3 %), ванадия (V) (38,4 %), фторидов газообразных (37,6 %), никеля (35,1 %), хрома (VI) оксида (32,4 %), формальдегида (29,8 %), алюминия (29,2 %), оксидов азота (вклад 25,7 %), пыли неорганической с SiO_2 (11,6-26,7 %), углерода черного (20,5 %), серы диоксида (13,8 %).

Перечисленные химические вещества входят в перечень идентифицированных аэрогенных факторов хронического риска здоровью детей, обусловленного развитием болезней органов дыхания.

Таблица 5.5 – Причинно-следственные связи вероятности возникновения болезней органов дыхания у детей (данные обращаемости за медицинской помощью) с экспозицией (среднесуточной дозой) химических веществ из атмосферного воздуха ($p=0,0001$)

Вещество	Параметры модели				Критерий Фишера (F)	Коэффициент детерминации (R^2)	Вклад фактора в дополнительные случаи заболеваний, %
	b0	ошибка	b1	ошибка			
Азот (II) оксид	-1,254	0,004	0,193	0,001	312,46	0,57	25,7
Азота диоксид	-1,132	0,003	0,028	0,003	362,92	0,61	24,7
Взвешенные вещества	-0,789	0,004	0,251	0,169	102,29	0,31	49,9
Алюминий	-0,978	0,007	0,051	0,009	124,85	0,35	29,2
Ксилол	-0,451	0,001	0,260	0,712	577,04	0,71	41,3
Ванадий (V)	-1,152	0,007	0,742	26,84	165,94	0,41	38,4
Марганец	-0,648	0,004	0,210	460,69	67,47	0,22	55,1
Медь	-0,568	0,002	0,088	621,66	103,08	0,31	47,0
Толуол	-0,620	0,002	1,991	0,551	727,09	0,76	48,1
Никель	-0,713	0,005	0,553	0,008	88,16	0,28	35,1
Пыль неорганическая >70 % SiO_2	-1,011	0,007	2,585	0,056	119,76	0,34	26,7
Пыль неорганическая SiO_2 20-70 %	-2,036	0,008	0,377	0,003	459,49	0,66	11,6
Пыль неорганическая SiO_2 до 20 %	-1,184	0,011	0,113	0,005	100,15	0,31	23,5
Сера диоксид	-1,917	0,007	0,495	0,001	447,49	0,66	13,8
Углерод черный	-1,355	0,007	1,011	0,005	217,71	0,48	20,5
Формальдегид	-0,866	0,001	0,003	1,034	228,47	0,50	29,8
Фториды газообразные	-0,561	0,003	0,092	80,61	77,26	0,25	37,6
Хром (VI)	-0,773	0,001	0,840	580,63	391,01	0,63	32,4

Таким образом, установлены особенности заболеваний органов дыхания у детей на основе эпидемиологических исследований и оценки причинно-следственных связей с экспозицией приоритетных факторов риска, характеризующиеся достоверной связью воздействия приоритетных потенциально опасных химических веществ с риском развития болезней органов дыхания у детей территории исследования, до 30 и более раз превышающим показатель территории сравнения. На популяционном уровне риск формирования у детей дополнительных случаев болезней органов дыхания, доказано связанный с аэрогенной экспозицией оксидов азота, серы диоксида, марганца, меди, ванадия (V), никеля оксида, алюминия, хрома (VI), фторидов газообразных, взвешенных

веществ, формальдегида, пыли неорганической с SiO_2 , ксилола, толуола, углерода черного, составляет порядка 463 случая в год преимущественно в виде (в порядке убывания частоты дополнительных случаев) гипертрофии аденоидов, хронического тонзиллита, хронических болезней миндалин и аденоидов, аллергического ринита, хронического ринита, бронхиальной астмы. Вклад аэрогенного химического фактора в развитие дополнительных случаев болезней составляет от 11,6 до 55,1 %.

5.3 Химико-аналитическое исследование биологических сред детей группы риска для подтверждения факта, величины и спектра экспозиции с обоснованием маркерных показателей, тропных к органам дыхания

Для подтверждения факта, величины и спектра экспозиции выполнены углубленные исследования биосред (крови, мочи) экспонированных и сравнительно неэкспонированных детей (группа наблюдения и группа сравнения соответственно) на содержание химических веществ, адекватных факторам риска развития болезней органов дыхания и имеющих аттестованный метод количественного определения в биосредах. Точки проживания обследованных детей группы наблюдения представлены на Рисунке 5.3.

Оценка содержания химических веществ в биосредах показала, что у детей группы наблюдения имеются статистически различия (в 1,2-2,0 раза, $p=0,002-0,04$) повышенного среднего содержания в крови алюминия, ванадия, меди, никеля, хрома, марганца относительно содержания в крови детей группы сравнения аналогичных показателей.

У детей в группе наблюдения относительно показателей в группе сравнения пробы с повышенным содержанием никеля, марганца, алюминия, хрома регистрировались от 32,0 % до 52,0 % случаев от общего количества исследованных проб, ванадия и меди – от 68,3 % до 100 % случаев (Таблица 5.6).

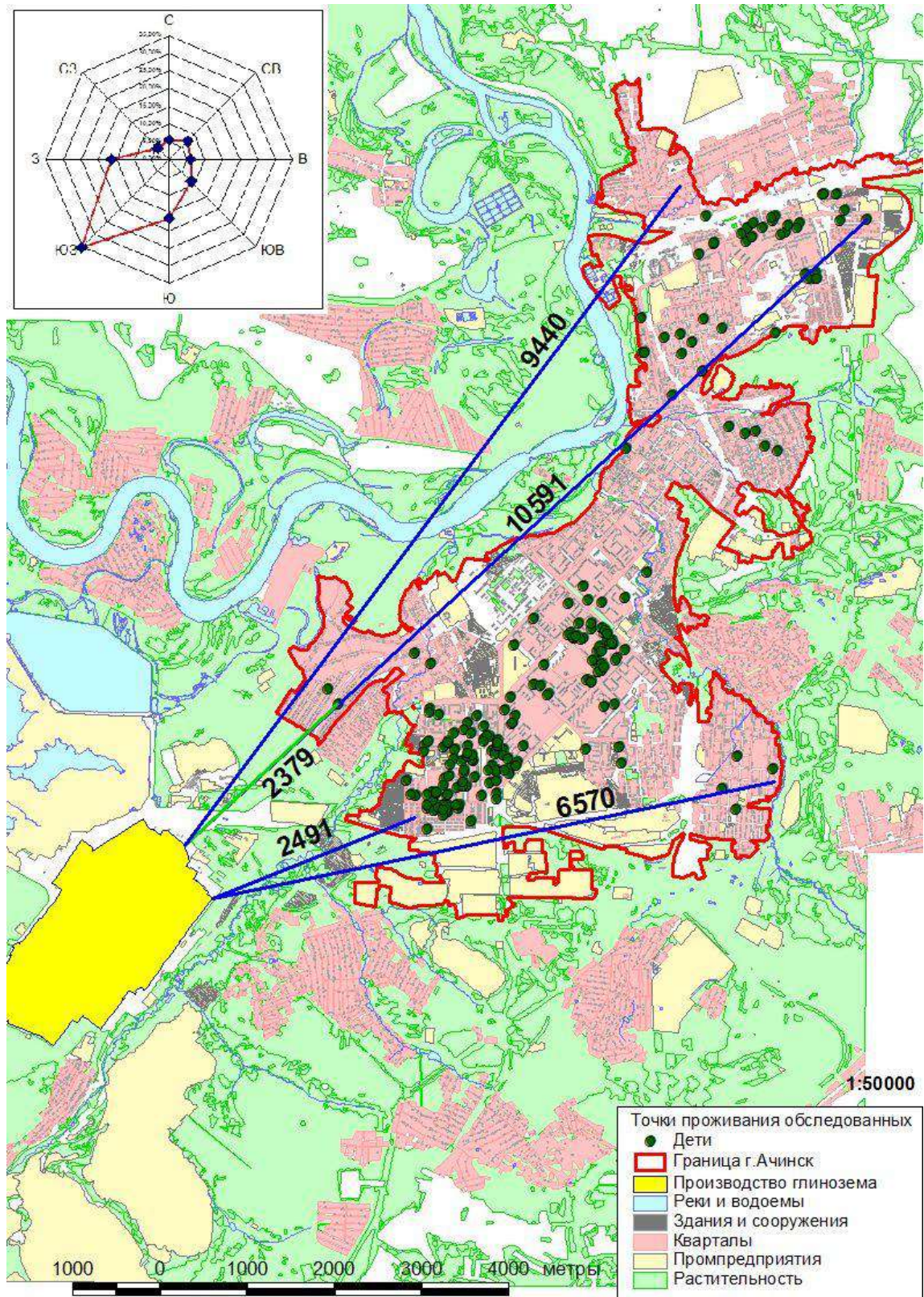


Рисунок 5.3 – Точки проживания обследованных детей в зоне аэрогенной экспозиции химических факторов риска, связанных с деятельностью хозяйствующего субъекта по производству глинозема. Расстояние от границы промышленной площадки до ближайшего и наиболее отдаленного жилья обследованных детей (м)

Таблица 5.6 – Результаты количественного определения содержания химических веществ, тропных к органам дыхания, в биосредах детей

Показатель	Среднее значение ($M \pm m$), мг/дм ³		Кратность различий показателей между группами	Доля проб с повышенным показателем относительно группы сравнения, %	Межгрупповое различие средних ($p \leq 0,05$)	
	Группа наблюдения	Группа сравнения				
В крови	Алюминий	0,037±0,007	0,022±0,006	1,7	36,8	0,002
	Ванадий	0,00008±0,00003	0,00004±0,00001	2,0	100,0	0,034
	Марганец	0,015±0,001	0,010±0,001	1,5	32,0	0,048
	Медь	0,858±0,025	0,735±0,070	1,2	68,3	0,002
	Никель	0,004±0,0005	0,002±0,0007	2,0	38,6	0,003
	Хром	0,004±0,0003	0,0035±0,0002	1,1	52,0	0,040
	Формальдегид	0,056±0,009	0,040±0,007	1,4	44,7	0,041
	О-ксилол	0,0028±0,0002	0,0011±0,0002	2,6	52,8	0,010
	П-, м-ксилол	0,0004±0,00001	0,0003±0,0001	1,3	40,3	0,454
	Толуол	0,0011±0,00005	0,0012±0,0001	0,9	8,9	0,051
В моче	Алюминий	0,027±0,005	0,006±0,0016	4,5	67,2	0,0001
	Фторид-ион	0,588±0,077	0,373±0,078	1,6	62,8	0,0001

Установлено, что среднее содержание исследуемых металлов в крови детей группы наблюдения, проживающих в зоне экспозиции, наиболее приближенной к промышленной площадке размещения изучаемого производства (на расстоянии 2,4–6,6 км), в 1,3-1,5 раза выше данных показателей в крови детей, проживающих в зоне экспозиции, наиболее удаленной от данной промышленной площадки (на расстоянии 9,4-10,6 км).

Кроме этого, у обследованных детей группы наблюдения в крови идентифицирован о-ксилол, в концентрации в 2,6 раза (52,8 % проб от общего количества исследованных проб) превышающей содержание данного вещества в крови детей группы сравнения ($p=0,01$). Установлено повышенное содержание в крови формальдегида, средняя концентрация которого в 1,4 раза (44,7 % проб) выше среднего содержания формальдегида в крови детей группы сравнения ($p=0,041$).

Выявлено, что в моче детей группы наблюдения среднее значение концентраций фторид-иона и алюминия в 1,6 и 4,5 раза соответственно выше показателей группы сравнения и в 3,0 и 4,2 раза соответственно выше

референтных значений в моче (RfL фторид-иона $0,2 \text{ мг/дм}^3$, алюминия $0,0065 \pm 0,0035 \text{ мг/дм}^3$). В группе наблюдения частота регистрации проб мочи с повышенным содержанием данных веществ относительно содержания в моче детей группы сравнения составила соответственно 62,8 % и 67,2 % от общего количества исследованных проб ($p=0,0001$). С увеличением расстояния от границы промышленной площадки хозяйствующего субъекта по производству глинозема до точек размещения жилья обследованных детей содержание фторид иона и алюминия в моче практически не снижается.

Результаты статистического моделирования зависимостей содержания изучаемых токсикантов в биологических средах (крови или моче) детей от экспозиции соответствующих химических факторов риска, при котором в качестве факторов экспозиции применяли среднегодовую концентрацию загрязняющего вещества в атмосферном воздухе (в диапазоне исследованных концентраций за одинаковый период наблюдения), представлены в Таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Параметризованные модели причинно-следственных связей у детей «экспозиция химических факторов риска – содержание химических веществ в биологических средах»

Экспозиция (концентрация вещества в атмосферном воздухе)	Маркер экспозиции (концентрация вещества в биосреде)	Уравнение зависимости	Уровень значимости маркера экспозиции, мг/дм^3	Коэффициент детерминации (R^2)	Критерий достоверности ($p \leq 0,05$)
Алюминий	Алюминий в моче	$y = -0,016 + 40,68x$	0,017	0,262	0,0001
Марганец	Марганец в крови	$y = 0,008 + 25,49x$	0,012	0,178	0,0001
Медь	Медь в крови	$y = 0,803 + 110,12x$	0,600	0,140	0,044
Никель	Никель в крови	$y = 0,0001 + 70,25x$	0,003	0,390	0,005
Хром	Хром в крови	$y = -0,001 + 85,44x$	0,002	0,188	0,0001
Ксилол	О-ксилол в крови	$y = 0,001 + 0,185x$	0,0005	0,195	0,0001
	П-, м-ксилол в крови	$y = 0,0001 + 0,053x$	0,0001	0,248	0,0001
Фториды газообразные	Фторид-ион в моче	$y = 0,001 + 9,81x$	0,450	0,380	0,002
Формальдегид	Формальдегид в крови	$Y = 0,03 + 0,07x$	0,040	0,120	0,048

Установлены адекватные, достоверные ($-0,016 \leq a \leq 0,803$; $0,053 \leq b \leq 110,12$; $R^2 = 0,12 - 0,38$; $p = 0,0001 - 0,048$) и биологически правдоподобные прямые зависимости концентрации в крови или моче веществ, адекватных

воздействующим факторам риска, с экспозицией идентифицированных факторов риска при поступлении из атмосферного воздуха алюминия, марганца, меди, никеля, хрома, ксилола, фторидов газообразных, формальдегида. Зависимости концентрации ванадия и толуола в крови от экспозиции данных соединений не установлено.

На основании полученных достоверных моделей зависимости обоснованы маркеры аэрогенной экспозиции: в крови – марганец в концентрации выше 0,012 мг/дм³, медь – 0,6 мг/дм³, никель – 0,003 мг/дм³, хром – 0,002 мг/дм³, о-ксилол – 0,0005 мг/дм³, п-, м-ксилол – 0,0001 мг/дм³, формальдегид – 0,04 мг/дм³; в моче – алюминий – 0,017 мг/дм³, фторид-ион – 0,45 мг/дм³.

5.4 Формирование доказательной базы негативных эффектов в виде причиненного вреда здоровью различной степени тяжести по результатам сравнительного анализа клинико-функциональных, гематологических, биохимических и иммунологических показателей развития заболеваний органов дыхания у экспонированных детей

Сравнительная оценка результатов специального социологического опроса детей, включенных в углубленное обследование, свидетельствует о сопоставимости исследуемых групп по половозрастным, социально-экономическим, поведенческим характеристикам (пол, возраст, национальность, образование, уровень материальной обеспеченности, семейное положение, профессиональная занятость, условия проживания, использование в быту токсичных химических веществ).

Анализ половозрастного состава показал, что в обеих обследованных группах преобладали дети в возрасте 5-6 лет (89,3 % в группе наблюдения, 94,5 % в группе сравнения, $p=0,075-0,151$) (Таблица 5.8).

Таблица 5.8 – Половозрастной состав детей обследованных групп

Возраст (лет) / пол	Группа наблюдения, %	Группа сравнения, %	Достоверность различий ($p \leq 0,05$)
4	5,8	2,0	0,265
5	45,5	39,6	0,075
6	43,8	54,9	0,151
7	4,9	3,5	0,254
Девочки	47,3	56,9	0,216
Мальчики	52,7	43,1	0,216

Гендерный состав группы наблюдения не отличался от группы сравнения ($p=0,216$) и представлен практически одинаковым числом девочек (47,3 % и 56,9 % соответственно) и мальчиков (52,7 % и 43,1 % соответственно).

Анализ результатов клинического обследования показал, что у детей группы наблюдения в структуре болезней первый ранг занимает класс болезней органов дыхания (МКБ10: J30.0; J30.2; J30,3; J31.0; J31.1; J31.2; J32.9, J35,0; J39,3; J45,0). Доля заболеваний органов дыхания в общей структуре болезней составила 93,0 %, в то время как в группе сравнения – 42,9 %, и болезням органов дыхания принадлежит третий ранг ($p=0,0001$) (Таблица 5.9). Распространенность данного класса болезней у детей группы наблюдения до 2,2 раза выше, чем в группе сравнения, и имеет статистически значимые различия ($p=0,0001-0,005$).

Таблица 5.9 – Частота регистрации болезней органов дыхания у детей

Класс болезней (по МКБ-10)	Группа наблюдения, %	Группа сравнения, %	Достоверность различий между группами ($p \leq 0,05$)
Болезни органов дыхания (J00.0 - J45,0), в том числе:	93,0	52,9	0,0001
- хронические болезни органов дыхания аллергической этиологии (J30.3, J30.4, J39.3, J45.0)	40,5	19,6	0,005
- хронические лимфопролиферативные болезни органов дыхания (J35.0, J35.3)	51,2	21,6	0,0001
- хронические воспалительные болезни органов дыхания (J31.0, J31.1, J31.2)	51,6	7,8	0,0001

Анализ структуры болезней органов дыхания показал, что у детей группы наблюдения заболевания с механизмом аллергического воспаления в

этиопатогенезе (МКБ10: J30.3, J39.3, J45.0) регистрировались 2,1 раза чаще (в 40,5 % случаев) относительно показателя группы сравнения (19,6 %, $p=0,005$) Хронические лимфопролиферативные и воспалительные болезни органов дыхания (J31.0, J31.2, J35.1, J35.2, J35.3) регистрировались в 51,2-51,6 % случаев, что в 2,4-6,6 раза выше соответствующих показателей группы сравнения (7,8-21,6 %, $p=0,0001$).

Анализ частоты регистрации отдельных нозологических форм в данных группах болезней органов дыхания показал, что встречаемость хронического тонзиллита и адено tonsиллита, ринита в группе наблюдения в 2,0-5,7 раза выше, а реакция гиперчувствительности верхних дыхательных путей в 1,9 раза выше данных показателей в группе сравнения (Таблица 5.10).

Хронический фарингит выявлен в 27,7 % случаев в группе наблюдения, а среди детей группы сравнения признаки данного заболевания не выявлены ни у одного ребенка. Обращает на себя внимание, что практически у каждого ребенка группы наблюдения диагностировано одновременно 2-4 заболевания органов дыхания при 1-2 заболеваниях у детей в группе сравнения.

Таблица 5.10 – Частота регистрации отдельных нозологических форм болезней органов дыхания у обследованных детей

Нозологическая форма (МКБ-10)	Группа наблюдения, %	Группа сравнения, %	Достоверность различий ($p \leq 0,05$)
Вазомоторный ринит (J30.0)	1,2	0,0	0,432
Другие сезонные аллергические риниты (J30.2)	5,1	4,5	0,566
Другие аллергические риниты (J30.3)	3,2	2,8	0,784
Аллергический ринит неуточненный (J30.4)	19,0	9,6	0,032
Хронический ринит (J31.0)	44,5	7,8	0,0001
Хронический назофарингит (J31.1)	19,3	3,9	0,007
Хронический фарингит (J31.2)	27,7	0,0	0,000
Хронический синусит неуточненный (J32.9)	2,4	0,9	0,651
Хронический тонзиллит (J35.0)	18,8	5,9	0,025
Бронхиальная астма с преобладанием аллергического компонента (J45.0)	5,9	0,8	0,036
Гиперчувствительная реакция верхних дыхательных путей (J39.3)	22,3	11,8	0,043

Результаты моделирования причинно-следственных связей «маркер экспозиции в крови/моче – заболевание органов дыхания», описываемых

уравнениями регрессии, представлены в Таблице 5.11.

Таблица 5.11 – Параметризованные модели причинно-следственных связей «концентрация химических веществ в биосредах – частота встречаемости болезней органов дыхания у детей»

Химическое вещество (биосреда)	Параметры модели				Критерий Фишера (F)	Достоверность модели ($p \leq 0,05$)	Коэффициент детерминации (R^2)	Вклад фактора в частоту дополнительных случаев заболеваний, %
	b_0	ошибка	b_1	ошибка				
<i>Болезни органов дыхания</i>								
Медь (кровь)	-1,772	0,034	2,011	0,049	82,35	0,0001	0,25	48,6
Никель (кровь)	-0,474	0,003	2,282	269,7	97,63	0,0001	0,32	38,6
Формальдегид (кровь)	-5,241	0,131	75,92	4,251	155,2	0,0001	0,39	27,1
Алюминий (моча)	-0,311	0,001	5,38	0,811	132,80	0,0001	0,36	47,2
Суммарный вклад факторов								87,9
<i>Хронические болезни органов дыхания аллергической этиологии</i>								
Медь (кровь)	-5,801	0,068	3,934	0,091	157,88	0,0001	0,44	1,7
Марганец (кровь)	-3,306	0,004	90,131	44,93	180,80	0,0001	0,48	12,4
Хром (кровь)	-2,455	0,005	45,113	22,17	150,21	0,0001	0,48	9,3
Алюминий (моча)	-2,649	0,001	13,652	2,204	84,36	0,0001	0,31	8,6
Суммарный вклад факторов								28,6
<i>Хронические лимфопролиферативные болезни органов дыхания</i>								
Фторид-ион (моча)	-0,679	0,001	0,445	0,002	89,59	0,0001	0,25	39,7
Алюминий (моча)	-0,539	0,001	6,362	0,671	60,38	0,0001	0,20	40,9
Суммарный вклад факторов								64,4
<i>Хронические воспалительные болезни органов дыхания</i>								
Марганец (кровь)	-0,953	0,001	70,97	23,43	59,82	0,0001	0,19	52,8
О-ксилол (кровь)	-0,351	0,002	45,21	10,11	74,55	0,0001	0,23	44,4
Алюминий (моча)	-1,027	0,001	12,166	1,497	98,85	0,0001	0,29	33,2
Суммарный вклад факторов								82,5

Анализ полученных параметризованных моделей показал наличие зависимости частоты выявления у детей болезней органов дыхания как класса в целом от концентрации алюминия в моче и меди, никеля, формальдегида в крови ($-5,24 \leq b_0 \leq -0,31$; $2,0 \leq b_1 \leq 75,92$; $R^2 = 0,25 - 0,39$; $p = 0,0001$). Вклад химических факторов составляет от 27,1 до 48,6 %.

Оценка причинно-следственных связей развития отдельных подгрупп болезней от содержания в биосредах изучаемых факторов показала наличие

достоверной зависимости вероятности возникновения аллергических болезней верхних отделов дыхательных путей от концентрации марганца, хрома и меди в крови ($-5,80 \leq b_0 \leq -3,30$; $3,93 \leq b_1 \leq 90,13$; $R^2=0,44-0,48$; $p=0,0001$), алюминия в моче ($b_0=-2,64$; $b_1=13,65$; $R^2=0,31$; $p=0,0001$); заболеваний верхних дыхательных путей лимфопролиферативного и хронического воспалительного характера от концентрации алюминия и фторид иона в моче ($-1,02 \leq b_0 \leq -0,53$; $0,44 \leq b_1 \leq 12,16$; $R^2=0,20-0,29$; $p=0,0001$), марганца и о-ксилола в крови ($-0,35 \leq b_0 \leq -0,95$; $45,21 \leq b_1 \leq 70,97$; $R^2=0,19-0,23$; $p=0,0001$). Вклад химических факторов составляет от 44,4 до 52,8 %.

Результаты проведенного анализа детализированы данными спирографического исследования (Таблица 5.12)

Таблица 5.12 – Показатели функции внешнего дыхания легких у обследованных детей (по результатам спирографии) ($M \pm m$), %

Показатели	Группа наблюдения	Группа сравнения	Достоверность различий ($p \leq 0,05$)
SVC	99,3±4,4	95,2±4,1	0,18
FEV1	102,5±4,6	97,2±4,5	0,11
FEV1/SVC	101,7±3,2	98,0±3,8	0,14
FEV25-75	97,0±6,2	90,4±6,8	0,15
PEF	114,3±13	103,1±12,9	0,24

Несмотря на то, что у детей группы наблюдения и сравнения среднегрупповые показатели функции внешнего дыхания легких практически не имели достоверных различий ($p > 0,05$), сравнительный анализ частоты регистрации различных типов ее реализации показал существенные различия. Установлено, что общее количество выявленных нарушений у детей группы наблюдения достоверно превышает показатель у детей группы сравнения (48,3 % против 11,0 % соответственно, $p=0,002$) (Таблица 5.13).

Следует отметить, что распространенность нарушений вентиляционной способности по обструктивному типу в группе наблюдения зарегистрирована в 4,1 раза чаще (18,2 %), чем в группе сравнения (4,4 %) и являлась статистически значимой ($p=0,003$). Рестриктивные нарушения вентиляционной способности регистрировались в группе наблюдения в 9,5 раза чаще (21,0 %), чем в группе

сравнения (2,2 %, $p=0,005$).

Таблица 5.13 – Частота встречаемости нарушений функции внешнего дыхания легких у обследованных детей (данные спирографии)

Характеристика изменений показателей	Группа наблюдения, %	Группа сравнения, %	Достоверность различий ($p \leq 0,05$)
Норма	51,7	93,4	0,002
Отклонения от нормы	48,3	11,0	0,002
Нарушение вентиляционной способности по рестриктивному типу:	21,0	2,2	0,005
- легкое	19,7	2,2	0,035
- умеренное	1,3	0,0	0,413
Нарушение вентиляционной способности по обструктивному типу, легкое	18,2	4,4	0,003
Нарушение вентиляционной способности по смешанному типу	9,1	4,4	0,270

Исследование и оценка функционального состояния верхних дыхательных путей методом передней риноманометрии показали, что суммарный объем воздушного потока через нос у детей группы наблюдения достоверно ниже данного показателя у детей группы сравнения ($p=0,034$) (Таблица 5.14). При этом снижение суммарного объема происходило преимущественно за счет снижения объема воздушного потока справа ($p=0,03$).

Таблица 5.14 – Результаты количественной оценки воздушного потока, проходящего через полость носа у обследованных детей (данные риноманометрии) ($M \pm m$), $\text{см}^3/\text{с}$

Показатели	Группа наблюдения	Группа сравнения	Достоверность различий ($p \leq 0,05$)
Объем воздушного потока слева	216,5±37,6	222,0±42,5	0,850
Объем воздушного потока справа	192,7±35,5	247,7±33,8	0,030
Суммарный объем воздушного потока	409,2±44,5	469,1±46,6	0,034

Выявлена большая распространенность нарушений процессов носового дыхания у детей группы наблюдения относительно показателей у детей группы сравнения (кратность различий составляет 1,7-9,3 раза), характеризующихся достоверно умеренным и выраженным снижением вентиляционной способности при носовом дыхании, как с одной, так и с двух сторон ($p=0,0001-0,012$) (Таблица

5.15).

Таблица 5.15 – Частота встречаемости нарушений процессов носового дыхания у обследованных детей (данные риноманометрии), %

Характеристика изменений показателя	Группа наблюдения	Группа сравнения	Достоверность различий ($p \leq 0,05$)
Норма	19,7	16,3	0,577
Легкое снижение вентиляционной способности:			
- одностороннее	7,3	9,3	0,628
- двухстороннее	6,7	2,3	0,228
Умеренное снижение вентиляционной способности:			
- одностороннее	19,2	4,7	0,012
- двухстороннее	14,0	1,5	0,0001
Выраженное снижение вентиляционной способности:			
- одностороннее	17,3	4,7	0,023
- двухстороннее	48,7	28,5	0,005

Выявленные отклонения функциональных показателей внешнего дыхания и проходимости носовых дыхательных путей доказано связаны с повышенным содержанием марганца, хрома, никеля, формальдегида в крови, алюминия в моче ($-3,55 \leq b_0 \leq 0,85$, $2,45 \leq b_1 \leq 325,41$; $R^2 = 0,15-0,64$; $p = 0,0001$).

Повышенная выявляемость болезней органов дыхания у детей подтверждается достоверными результатами исследования и сравнительной оценки нарушений спектра лабораторных показателей у детей группы наблюдения относительно показателей группы сравнения (Таблица Б.1).

На основании выполненного статистического моделирования причинно-следственных связей «маркер экспозиции (концентрация вещества в биосреде) – маркер эффекта (уровень лабораторного показателя) у детей группы наблюдения выявлен комплекс негативных эффектов со стороны органов дыхания, показатели которых имеют достоверные отклонения от аналогичных показателей у детей группы сравнения и достоверно связаны с повышенными концентрациями в крови и/или моче химических компонентов, адекватных факторам риска. Результаты статистического моделирования причинно-следственных связей «маркер экспозиции – маркер негативного эффекта» представлены в Таблице 5.16.

Таблица 5.16 – Параметризованные модели причинно-следственных связей «маркер экспозиции – маркер эффекта»

Маркер экспозиции (концентрация вещества в биосреде)	Маркер эффекта (уровень лабораторного показателя)	Направление отклонения маркера эффекта	Параметры модели		Критерий Фишера ($F \geq 3,36$)	Достоверность модели ($p \leq 0,05$)	Коэффициент детерминации (R^2)
			b_0	b_1			
1	2	3	4	5	6	7	8
Алюминий (моча)	Индекс эозинофилии	Повышение	-1,77±0,01	2,18±0,36	13,13	0,002	0,15
	Супероксиддисмутаза		-1,85±0,01	31,10±5,12	188,8	0,0001	0,54
	Ig специфический к алюминию		-2,01±0,001	26,41±7,23	33,01	0,001	0,18
	TNFR		-0,07±0,001	78,55±10,92	564,7	0,0001	0,77
	Vaх		-2,02±0,01	35,38±2,31	541,7	0,0001	0,74
Марганец (кровь)	Индекс эозинофилии	Повышение	-2,18±0,002	46,49±14,78	87,21	0,0001	0,26
	IgE общий		-1,73±0,01	78,54±10,82	59,42	0,0001	0,22
	TNFR		-1,04±0,002	159,83±23,48	1089,0	0,0001	0,81
	Глутаминовая кислота		-1,81±0,011	225,31±28,91	12,24	0,010	0,51
	IgE специфический к марганцу		-2,50±0,040	112,20±18,0	25,81	0,0001	0,39
	CD3+CD95+ лимфоциты, отн.		-0,383±0,046	22,55±4,44	114,431	0,0001	0,40
Медь (кровь)	Индекс эозинофилии	Повышение	-3,77±0,012	2,38±0,02	333,8	0,0001	0,57
	Малоновый диальдегид		-0,90±0,042	2,66±0,06	117,5	0,0001	0,32
	Vaх		-3,94±0,162	3,10±0,24	40,88	0,0001	0,18
	p53		-4,17±0,099	5,28±0,15	192,8	0,0001	0,45
	CD127 лимфоциты, абс. число		-0,84±0,04	1,91±0,06	62,963	0,0001	0,21
	CD127 лимфоциты, отн. число		-2,17±0,047	4,29±0,07	251,57	0,0001	0,54
	CD3+CD95+ лимфоциты, абс.		-1,498±0,153	3,25±0,224	47,056	0,0001	0,167
	Индекс эозинофилии		-2,76±0,002	269,73±67,18	435,2	0,0001	0,65
	Лимфоциты		-0,581±0,004	64,33±14,05	16,96	0,0001	0,07
	TNFR		-0,828±0,003	312,99±61,27	374,9	0,0001	0,67
	Vcl-2		-0,716±0,016	191,03±16,0	22,80	0,0001	0,10

Окончание Таблицы 5.16

1	2	3	4	5	6	7	8
Хром (кровь)	Супероксиддисмутаза	Повышение	-2,28±0,023	174,86±22,32	17,96	0,0001	0,13
	Индекс эозинофилии		-2,52±0,006	204,70±15,05	129,0	0,0001	0,34
	Вах		-2,32±0,005	201,68±16,13	111,0	0,0001	0,42
	TNFR		-0,521±0,013	275,17±13,0	74,74	0,0001	0,30
	IgE общий		-1,586±0,008	116,44±14,83	22,05	0,0001	0,12
	IgE специфический к хрому		-4,50±0,020	163,40±28,0	15,91	0,0001	0,22
	Интерлейкин-1бета		-2,07±0,003	139,67±52,0	77,39	0,0001	0,73
О-ксилол (кровь)	Общая антиоксидантная активность	Повышение	-2,39±0,007	405,36±81,12	186,4	0,0001	0,43
Фторид-ион (моча)	Общая антиоксидантная активность	Повышение	-2,14±0,013	1,15±0,03	42,10	0,0001	0,13
Формальдегид (кровь)	Вах	Повышение	-2,68±0,005	30,26±1,93	474,1	0,0001	0,70
	p53		-0,653±0,01	15,24±3,85	60,25	0,0001	0,23
	CD127 лимфоциты, абс. число		-1,05±0,011	35,34±5,18	241,1	0,0001	0,56
	CD127 лимфоциты, отн. число		-0,419±0,01	36,56±7,43	179,8	0,0001	0,53

Характеристика установленных негативных эффектов у детей группы наблюдения относительно показателей группы сравнения показала, в первую очередь, интенсификацию процессов внутриклеточной антиоксидантной защиты в ответ на повышение активности процессов окисления. Об этом свидетельствует повышение в 1,2-1,3 раза среднегруппового уровня МДА в плазме крови ($3,36 \pm 0,13$ мкмоль/дм³) относительно верхней границы физиологической нормы и данного показателя у детей в группе сравнения ($p=0,0001-0,001$) и ответное повышение средней концентрации СОД в сыворотке крови и АОА плазмы крови в 1,7 и в 1,2 раза соответственно относительно показателей группы сравнения ($p=0,001-0,013$). У детей группы наблюдения доля проб плазмы крови с повышенным содержанием МДА и АОА в 2,9 и 1,6 раза выше показателей группы сравнения (37 % и 89,3 % соответственно, $p=0,0001-0,002$). Доля проб сыворотки крови с повышенным уровнем СОД в 2,7 раза выше показателя в группе сравнения (16,7 % против 6,2 % проб, $p=0,002$). На основе математического моделирования причинно-следственных связей установлено, что повышение уровня МДА в плазме крови связано с повышенным содержанием меди в крови ($b_0=-0,90$, $b_1=2,66$; $R^2=0,32$; $p=0,0001$); повышение СОД в сыворотке крови и АОА в плазме крови – с повышенным уровнем хрома, о-ксилола в крови и фторид-иона, алюминия в моче ($-2,39 \leq b_0 \leq -1,85$, $1,15 \leq b_1 \leq 405,36$; $R^2=0,13-0,54$; $p=0,0001$).

Исследование показателей, отражающих процессы сенсибилизации, позволило выявить изменение гематологических и иммунологических показателей, характеризующих развитие негативных эффектов в виде местной, общей и специфической сенсибилизации органов дыхания. О развитии местной сенсибилизации верхних дыхательных путей свидетельствует повышение индекса эозинофилии. Показано, что у детей группы наблюдения данный показатель в 1,9 раза выше ($p=0,008$) относительно показателя группы сравнения и достоверно связан с повышенным содержанием в крови марганца, меди, хрома, никеля и в моче алюминия ($-3,77 \leq b_0 \leq -1,77$, $2,18 \leq b_1 \leq 269,73$; $R^2=0,15-0,64$; $p=0,0001-0,002$). О развитии общей неспецифической сенсибилизации дыхательных путей у детей группы наблюдения свидетельствует повышение среднего уровня IgE общего в

1,5 раза ($p=0,031$), абсолютного и относительного числа эозинофилов в крови – в 1,4 и 1,5 раза соответственно относительно аналогичных показателей у детей группы сравнения ($p=0,019-0,04$). Доля проб крови с повышенным уровнем данных показателей в 1,2-1,5 раза превысила показатели в группе сравнения (26,3 %, 22,2 % и 33,3 % проб соответственно) ($p=0,015-0,041$). Повышение уровня общего IgE доказано связано с повышенным уровнем марганца и хрома в крови ($-1,72 \leq b_0 \leq -1,58$, $78,54 \leq b_1 \leq 116,44$; $R^2=0,12-0,21$; $p=0,000$). Формирование специфической сенсibilизации, о чем свидетельствует повышенный уровень среднего значения IgG специфического к алюминию, IgE специфических к марганцу и хрому в сыворотке крови (кратность различий с показателями группы сравнения – 1,5-2,6 раза, $p=0,0001$; доля детей с повышенным содержанием специфических антител 42,8,0-82,3 % при отсутствии у детей группы сравнения), обусловлено повышенным уровнем марганца и хрома в крови, алюминия в моче ($-4,50 \leq b_0 \leq -2,01$, $0,85 \leq b_1 \leq 103,51$; $R^2=0,18-0,39$; $p=0,0001-0,001$).

Выявленное развитие воспалительного процесса, вероятно связанное с реакцией со стороны органов дыхания детей группы наблюдения, характеризуется повышенным уровнем в 1,2-1,5 раза среднегруппового уровня палочкоядерных нейтрофилов и лейкоцитов в крови, СРБ высокочувствительного в сыворотке крови относительно показателей у детей группы сравнения ($p=0,013-0,022$). Частота регистрации проб крови у детей групп наблюдения с повышенным уровнем лейкоцитов составила 35,6 %, что в 1,8 раза выше показателя у детей группы сравнения ($p=0,008$), палочкоядерных нейтрофилов и СРБ высокочувствительного – 24,3 % и 25,1 % при отсутствии в группе сравнения.

О тенденции к нарушению нейромедиаторного обмена, обеспечивающего вегетативную регуляцию функционального состояния респираторной системы, свидетельствует повышение содержания глутаминовой кислоты. Среднее значение глутаминовой кислоты в сыворотке крови детей группы наблюдения в 1,4 раза превысило показатель у детей группы сравнения ($p=0,037$). Доля проб сыворотки крови с повышенным содержанием глутамата составила 38,5 % при 3,2

% в группе сравнения, что, вероятно, обусловлено повышенным содержанием марганца в крови ($b_0=1,80$, $b_1=225,3$; $R^2=0,51$; $p=0,01$).

Исследование состояния иммунного ответа позволило установить активацию клеточного и гуморального звена иммунитета у детей группы наблюдения, о чем свидетельствует повышение в крови содержания абсолютного и относительного числа CD127-лимфоцитов в 1,2-1,6 раза ($p=0,012-0,036$), p53 в 1,8 раза ($p=0,016$), интерлейкина-1бета в 6,4 раза относительно показателей у детей группы сравнения ($p=0,001$), достоверно связанное с повышенным содержанием хрома, меди, и формальдегида в крови ($-2,17 \leq b_0 \leq -0,42$, $1,93 \leq b_1 \leq 139,67$; $R^2=0,21-0,73$; $p=0,0001$).

Об активации процесса апоптоза (избыточной клеточной гибели) у детей группы наблюдения свидетельствует повышение среднего содержания внутриклеточного белка Вах (в 1,3 раза) и антиапоптотического белка bcl2 (в 1,7 раза) в сыворотке крови ($p=0,004-0,036$), TNF-рецептора в 1,4 раза ($p=0,047$), абсолютного и относительного числа CD3+CD95+ лимфоцитов в 1,3-1,5 раза в сыворотке крови ($p=0,002-0,005$). Повышение данных показателей в крови достоверно связано с повышенным содержанием марганца, меди, никеля, хрома, формальдегида в крови и алюминия в моче ($-3,94 \leq b_0 \leq -0,38$, $3,10 \leq b_1 \leq 312,99$; $R^2=0,10-0,81$; $p=0,0001$).

На основании обобщения результатов углубленного обследования детей, подвергающихся аэрогенной экспозиции химического фактора, связанной с деятельностью хозяйствующего субъекта по производству глинозема, установлены факты реализации риска здоровью в отношении критического органа-мишени – органов дыхания, доказательством чего являются:

– более высокий уровень распространенности заболеваний органов дыхания (в 1,8 раза), в структуре которых более часто выявляются хронические заболевания верхних дыхательных путей воспалительного характера и лимфопролиферативные болезни носоглотки (до 6,6 раза чаще), воспалительные заболевания с преобладанием механизма аллергического воспаления (до 2,1 раза чаще), сопровождающиеся функциональными нарушениями функции внешнего дыхания и проходимости носовых дыхательных путей, достоверно связанный с

повышенным содержанием в крови марганца, хрома, никеля, меди, формальдегида и в моче алюминия, фторид-иона;

– более частые нарушения функции внешнего дыхания в виде снижения вентиляционной способности легких по рестриктивному (в 9,5 раза чаще) или обструктивному типу (в 4,1 раза чаще), снижения объема воздушного потока через носовые дыхательные пути (в 1,7-4,3 раза чаще) преимущественно умеренной и выраженной степени, достоверно связанными с повышенным содержанием в крови марганца, хрома, никеля, формальдегида и в моче алюминия;

– более высокий (в 2,1-4,2 раза) уровень и большая частота встречаемости повышенного уровня (в 32-100 % случаев) в крови марганца, хрома, никеля, меди, ксилолов, формальдегида и в моче алюминия, фторид-иона;

– более частые (по доле встречаемости) и более выраженные (по степени отклонения показателей) негативные эффекты, проявляющиеся в виде активации процессов окисления (в 2,4 раза чаще и в 1,4 раза больше уровень МДА), местной, общей и специфической сенсибилизации (до 1,5 раза чаще и в 1,4-1,9 раза больше уровень индекса эозинофилии, IgE общего, IgG специфического к алюминию, IgE специфических к марганцу и хромуму), нарушения нейромедиаторного обмена, обеспечивающего вегетативную регуляцию функционального состояния респираторной системы (в 12 раз чаще и в 1,5 раза больше уровень глутаминовой кислоты), активации клеточного и гуморального звена иммунитета (в 1,7-15 раз чаще и в 1,2-6,4 раза больше уровень CD127 лимфоцитов, p53, интерлейкина-1бета) и избыточной клеточной гибели (до 5,0 раз чаще и в 1,3-1,7 раза больше уровень внутриклеточного белка Вах и антиапоптотического белка bcl2, TNF-рецептора, CD3+CD95+ лимфоцитов), доказано связанных с повышенным содержанием в крови марганца, хрома, никеля, меди, формальдегида, о-ксилола, в моче фторид-иона, алюминия.

Установленные достоверные, адекватные и биологически правдоподобные причинно-следственные связи позволили в качестве маркеров негативных эффектов обосновать повышенный уровень следующих показателей: индекса

эозинофилии в назальном секрете; IgE общего, IgE специфического к марганцу и хрому, IgG специфического к алюминию в сыворотке крови; МДА и АОА в плазме крови, супероксиддисмутаза в сыворотке крови; CD127⁻ и CD3⁺CD95⁺ лимфоцитов, p53, интерлейкина-1бета, внутриклеточного белка Вах и антиапоптотического белка bcl2, TNF-рецептора, глутаминовой кислоты в сыворотке крови.

В целом, воздействие идентифицированных в крови детей марганца, хрома, никеля, меди, ксилолов, формальдегида и в моче алюминия, фторид-иона в концентрациях, в 2,1-4,2 раза превышающих показатели в группе сравнения и референтные уровни, доказано связанных с факторами экспозиции, обуславливает развитие клинических, функциональных и лабораторных проявлений хронических лимфопролиферативных, воспалительных, в том числе с аллергическим компонентом, заболеваний верхних, средних и нижних отделов органов дыхания, имеющих повышенную частоту встречаемости и большую степень выраженности у детей обследованной выборки.

Последовательная реализация алгоритма формирования доказательной базы реализации рисков развития болезней органов дыхания вследствие нарушения санитарного законодательства, выполненная по результатам комплексных углубленных исследований, позволила из всей обследованной выборки детей группы наблюдения (224 человека, что соответствует 10 % от общей численности экспонированных детей данной возрастной категории) выделить подгруппу детей (208 детей или 93 % от численности обследованной выборки детей группы наблюдения), у которых установлено хроническое заболевание органов дыхания. При этом доказано, что 51 ребенок из данной подгруппы (25 % от 208 детей с заболеванием дыхательной системы) имеет всю совокупность гигиенических и медико-биологических критериев квалифицирующих признаков, позволивших установить факт причинения вреда здоровью в форме состоявшегося заболевания органов дыхания, детерминированного аэрогенным химическим фактором. Данное заключение подтверждается тем, что для каждого обследованного ребенка с установленным фактом причинения вреда были соблюдены все признаки

доказательности связи причинения вреда здоровью с детерминирующим воздействием химических факторов атмосферного воздуха, обладающих тропностью к органам дыхания. Для каждого ребенка установлена последовательная непрерывная логическая цепочка обязательных квалифицирующих признаков от источника выбросов хозяйствующего субъекта по производству глинозема до выявления факта заболевания органов дыхания, а именно:

– длительность подверженности установленной аэрогенной экспозиции составила от 4 до 7 лет;

– риск развития заболевания органов дыхания в зоне экспозиции оценивается как высокий ($HI > 5$);

– наличие в биосредах от 6 и более из 8 веществ (в крови – марганец, хром, никель, медь, формальдегид, о-ксилол, в моче – фторид-ион, алюминий) в концентрациях, достоверно превышающих на 20 % и более верхнюю границу уровня сравнения (фонового или референтного);

– наличие на групповом уровне данных о достоверных связях уровня химического фактора аэрогенной экспозиции с содержанием химического вещества в биосубстрате (биомаркеры экспозиции);

– наличие нарушения функции внешнего дыхания легких (FVC или $FEV1$ ниже 75 %) и суммарный объем воздушного потока при носовом дыхании достоверно ниже на 15 % и более нижней границы физиологической нормы, доказано связанных (имеются данные на групповом уровне);

– наличие от 8 до 13 из 16 гематологических, биохимических и иммунологических показателей негативных эффектов на уровне, достоверно выше (или ниже) на 15 % и более верхней границы физиологической нормы, этиопатогенетически отражающих негативное действие факторов химической нагрузки;

– наличие на групповом уровне данных о достоверных связях уровня функциональных показателей (функции внешнего дыхания и объема носового дыхания) и лабораторных показателей (гематологических, биохимических,

иммунологических) (биомаркеры негативных эффектов) с концентрацией химических веществ в крови и/или в моче (биомаркеры экспозиции), что подтверждает выраженность, устойчивость и биологическое правдоподобие негативных эффектов, свидетельствующих о функциональных нарушениях органов дыхания;

– установлен в качестве основного диагноз заболевания: аллергический ринит неуточненный (J30.4), хронический тонзиллит (J35.0), хронический назофарингит (J31.1), бронхиальная астма (J45.0) (негативный ответ), верифицированный комплексом биомаркеров негативных эффектов (функциональных и лабораторных показателей) и клинических признаков, имеющих биологически оправданные патогенетические связи с биомаркерами экспозиции);

– установленный диагноз заболевания относится по МКБ-10 к классу X «Болезни органов дыхания», являющихся критическими органами при аэрогенном воздействии химического фактора; имеются научные данные об аналогичных заболеваниях, возникающих в условиях аналогичной экспозиции;

– имеются данные анамнеза и результаты специального анкетирования родителей детей, которые не выявили наличия иных причин, кроме факторов загрязнения атмосферного воздуха, которые могли бы быть основной причиной выявленного заболевания органов дыхания;

– наличие одновременно 2-3 диагнозов заболеваний, относящихся согласно МКБ-10 к классу X «Болезни органов дыхания» (J30.4, J31.1, J35.0, J45.0) (необязательный признак).

Оценка тяжести причиненного вреда здоровью с применением гигиенических и медико-биологических критериев квалифицирующих признаков позволила дать количественную характеристику и оценить структуру степени тяжести причиненного вреда, представленную в Таблице 5.17.

Таблица 5.17 – Вред, причиненный здоровью детей в форме состоявшегося заболевания, детерминированного аэрогенным химическим фактором, структура степени тяжести причиненного вреда

Причиненный вред (диагноз заболевания (МКБ-10))	Степень тяжести причиненного вреда / медико-биологические критерии квалифицирующих признаков	Структура степени тяжести, абс. / отн.
Отсутствуют	<i>Тяжкий вред:</i> – длительность заболевания более 5 лет, – доля функциональных и лабораторных показателей с отклонением от физиологической нормы более 75 %, – степень отклонения функциональных и лабораторных показателей от физиологической нормы более 50 %	0 / 0 %
Аллергический ринит неуточненный (J30.4) Хронический тонзиллит (J35.0) Бронхиальная астма (J45.0)	<i>Средняя тяжесть вреда:</i> – длительность заболевания от 3 до 5 лет, – доля функциональных и лабораторных показателей с отклонением от физиологической нормы 51 – 75 %, – степень отклонения функциональных и лабораторных показателей от физиологической нормы на 31 – 50 %	15 / 29 %
Хронический назофарингит (J31.1)	<i>Легкий вред:</i> – длительность заболевания, – доля функциональных и лабораторных показателей с отклонением от физиологической нормы 30 – 50 %, – степень отклонения функциональных и лабораторных показателей от физиологической нормы на 15 – 30 %	36 / 71 %
Всего детей с причиненным вредом здоровью		51 / 100 %

Установлено, что из 51 ребенка с причиненным вредом здоровью детей с тяжким вредом не выявлено. Средняя тяжесть причиненного вреда здоровью установлена у 15 детей (29 %), легкий вред здоровью причинен 36 детям (71 %).

Кроме этого, при специальном углубленном обследовании установлено, что из выборки детей с установленным хроническим заболеванием органов дыхания 136 человек (65 %) имели диагноз хронический ринит (J31.0), хронический фарингит (J31.2), верифицированный комплексом гигиенических и медико-биологических квалифицирующих признаков, позволивших установить ассоциированность выявленного хронического заболевания органов дыхания с воздействием аэрогенного химического фактора. К числу признаков относятся:

- длительность подверженности установленной аэрогенной экспозиции менее 4 лет;
- риск развития заболевания органов дыхания в зоне экспозиции оценивается как низкий и умеренный ($HI < 5$);
- наличие в биосредах до 4 из 8 веществ (в крови – марганец, хром, никель, медь, формальдегид, о-ксилол, в моче – фторид-ион, алюминий) в концентрациях, достоверно превышающих до 15 % верхнюю границу уровня сравнения (фонового или референтного);
- суммарный объем воздушного потока при носовом дыхании на уровне, достоверно ниже на 10 % и менее нижней границы физиологической нормы;
- наличие от 5 до 8 из 16 гематологических, биохимических и иммунологических показателей негативных эффектов на уровне, достоверно выше (или ниже) на 10-12 % и менее верхней границы физиологической нормы, адекватно отражающих негативное действие факторов химической нагрузки и доказано связанных (имеются данные на групповом уровне) с концентрацией химических веществ в крови и/или в моче, что подтверждает выраженность, устойчивость и биологическое правдоподобие негативных эффектов, свидетельствующих о функциональных нарушениях органов дыхания;
- установлен в качестве основного диагноз заболевания: хронический ринит (J31.0), хронический фарингит (J31.2), обусловленный системой лабораторных, функциональных и клинических показателей, имеющих биологически оправданные патогенетические связи с экспозицией (маркерами экспозиции);
- установленный диагноз заболевания относится по МКБ-10 к классу X «Болезни органов дыхания», являющихся критическими органами при воздействии аэрогенного химического фактора; имеются научные данные о подобных заболеваниях, возникающих в условиях аналогичной экспозиции.
- наличие на групповом уровне данных о достоверных связях факторов риска (содержание в атмосферном воздухе взвешенных веществ, толуола, ванадия, азота оксид, азота диоксид, углерода черного, серы диоксида, пыли

неорганической с SiO₂ 20-70 %) с негативным эффектом (заболевание органов дыхания в виде хронического ринита, хронического фарингита).

Из обследованной выборки 21 ребенок (10 %) имел диагноз хронического заболевания органов дыхания в виде вазомоторного ринита (J30.0), другого сезонного аллергического ринита (J30.2), другого аллергического ринита (J30.2), гиперчувствительной реакции верхних дыхательных путей неуточненной локализации (J39.3), но связи заболевания органов дыхания с воздействием аэрогенного химического фактора не установлено.

Таким образом, в результате проведенных комплексных углубленных исследований установлено, что из 224 обследованных детей, подверженных экспозиции аэрогенным химическим фактором, связанной с хозяйственной деятельностью субъекта по производству глинозема и формирующей высокие уровни риска развития заболевания органов дыхания, имели полный комплекс гигиенических и медико-биологических квалифицирующих признаков, позволивших доказать у 25% детей фактическое причинение вреда здоровью легкой и средней тяжести в форме состоявшего хронического заболевания органов дыхания, детерминированного воздействием химического аэрогенного фактора; у 65 % детей – хроническое заболевание органов дыхания, вероятно ассоциированное с воздействием аэрогенного химического фактора. У 10 % детей связь хронического заболевания органов дыхания с воздействием аэрогенного химического фактора не установлена.

5.5 Сопоставительный анализ риска и фактически причиненного вреда здоровью детей при воздействии химического фактора атмосферного воздуха для задач объективизации гигиенических оценок

Сопоставительный анализ результатов, полученных в ходе расчета и оценки риска и доказанного фактически причиненного вреда здоровью детей при

аэрогенном воздействии химического фактора, позволил обосновать существенные различия, представленные в Таблице 5.18.

Таблица 5.18 – Сравнительный анализ результатов оценки риска и фактически причиненного вреда здоровью детей при воздействии аэрогенного химического фактора

Показатель	Риск здоровью	Вред здоровью
1	2	3
Прогнозируемое или доказанное состояние	Расчетный риск развития негативных ответов со стороны органов дыхания, обусловленный воздействием аэрогенного химического фактора	Фактически состоявшееся заболевание органов дыхания, детерминированное аэрогенным химическим фактором
Зона пространственного распределения риска воздействия факторов	Расчетная зона пространственного распределения риска (расчеты рассеивания загрязняющих веществ от источника выбросов с верификацией данными СГМ – популяционный уровень) дифференцированная по величине потенциального риска (НІ)	Конкретная зона (адресный реестр – индивидуальный уровень), дифференцированная по степени реализации риска
Контингенты и численность подверженного населения в зоне экспозиции или в зоне фактического причинения вреда	<i>Контингент:</i> дети 4-7 лет <i>Численность:</i> 2410 человек (100 % в зоне экспозиции)	<i>Контингент:</i> дети 4-7 лет: <i>Численность:</i> 224 ребенка (10 %-ная репрезентативная выборка от общей численности экспонированных детей данной возрастной категории), из них 93 % детей с хроническим заболеванием органов дыхания
		в том числе: 25 % – дети с доказанным причинением вреда, детерминированного воздействием аэрогенного химического фактора; 65 % – дети с хроническим заболеванием органов дыхания, вероятно ассоциированным с воздействием эрогенного химического фактора; 10 % – дети с хроническим заболеванием органов дыхания, связь которого с воздействием аэрогенного химического фактора не доказана
Качественная и количественная характеристика, прогнозируемого или доказанного состояния	<i>Качественная характеристика:</i> риск развития класса болезни в соответствии с МКБ-10 без уточнения нозологической формы: Класс Х. Болезни дыхательной системы	<i>Качественная характеристика:</i> вред в форме болезни с уточнением нозологической формы по МКБ-10: – аллергический ринит неуточненный (J30.4), – хронический тонзиллит (J35.0), – хронический назофарингит (J31.1) – бронхиальная астма с преобладанием аллергического компонента (J45.0)
	<i>Полуколичественная характеристика:</i> индекс опасности (НІ) = 31,3	<i>Количественная характеристика:</i> степень тяжести причиненного вреда: 0,0 % – тяжелый, 29 % – средний, 71 % – легкий

Продолжение Таблицы 5.18

1	2	3
Факторы риска, причинения вреда или модификации развития болезни (с учетом их вклада)	Факторы и их вклад в риск: – формальдегид (17,4%) – взвешенные вещества (13,8 %) – алюминий (6,8 %) – марганец (10,2 %), – медь (9,5%), – азота диоксид (6,8 %), – серы диоксид (6,3%), – азота оксид (3,8 %), – фториды газообразные (2,9 %) – ксилол (1,5 %) – толуол (1,1 %), – ванадий (V) (0,9 %), – никель (0,7 %), – хром (VI) (0,4 %), – натрий гидроксид (0,3%), – углерод черный (0,1 %) – пыль неорганическая с SiO ₂ – 20-70 % (0,2 %)	<i>Факторы и их вклад в причиненный вред:</i> – марганец (до 53 %), – медь (до 49 %), – алюминий (до 47 %), – о-ксилол (до 44 %) – фтор (40 %) – никель (до 39 %), – формальдегид (до 27 %), – хром (VI) (до 9 %)
		<i>Факторы, и их вклад в ассоциированность заболеваний:</i> – взвешенные вещества (50%), – толуол (48 %), – ванадий (V) (38 %) – азота оксид (26 %), – азота диоксид (25 %), – углерод черный (21 %) – серы диоксид (14 %), – пыль неорганическая с SiO ₂ 20-70 % (12 %)
		<i>Факторы, влияние которых на заболевание не доказано:</i> – натрий гидроксид (0,0 %)
		<i>Количественные параметры зависимостей, установленных по результатам углубленных исследований:</i> «экспозиция фактора – негативных ответ в виде заболевания органов дыхания» (для азота оксида и азота диоксида, серы диоксида, взвешенных веществ, Al, Mn, Cu, Ni, Cr ⁺⁶ , Va, ксилола, толуола, фторидов газообразных, формальдегида, пыли неорганич. с SiO ₂ 20-70%
<i>Полуколичественные параметры связи, установленные по результатам эпидемиологических исследований:</i> «комплекс аэрогенных факторов факторов экспозиции – негативный ответ в виде заболевания органов дыхания» (по расчету OR)		
Отсутствуют	<i>Количественные параметры зависимостей, установленных по результатам углубленных исследований:</i> «фактор экспозиции – биомаркер экспозиции» (для Al, Mn, Cu, Ni, Cr ⁺⁶ , ксилола, F-иона, формальдегида);	
Отсутствуют	«биомаркер экспозиции – биомаркер негативного эффекта в виде отклонения лабораторного (индекс эозинофилии, CD127 ⁻ лимф абс. и отн., CD3 ⁺ CD95 ⁺ -лимф. абс. и отн., IgE общий, IgE специф. к Mn, Cr, Al, МДА, АОА, СОД, глутамат, p53, IL-1бета, Вах, Bcl-2, TNF-рецептор) и функционального показателя (объем носового дыхания, ФЖЕЛ, ОФВ1)	
Отсутствует	«маркер негативного эффекта – негативный ответ (причиненный вред в виде в виде аллергического ринита, хронического тонзиллита, хронического назофарингита, бронхиальной астмы)»	

Окончание Таблицы 5.18

1	2	3
Показатели биомониторинга – биомаркеры экспозиции	Отсутствует	<p><i>Биомаркеры экспозиции и их максимальные допустимые концентрации, не вызывающие негативный эффект:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>в крови, мг/дм³</i> <ul style="list-style-type: none"> – марганец < 0,012, – медь < 0,60, – хром < 0,002, – никель < 0,003, – о-ксилол < 0,0001, – формальдегид < 0,04 • <i>в моче, мг/дм³</i> <ul style="list-style-type: none"> – алюминий < 0,017 – фторид-ион < 0,45
Показатели биомониторинга – биомаркеры эффекта	Отсутствует	<p><i>Биомаркеры эффекта (лабораторные и функциональные) и их минимальные действующие уровни:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>в назальном секрете</i> <ul style="list-style-type: none"> – индекс эозинофилии > 15 %, • <i>в сыворотке крови</i> <ul style="list-style-type: none"> – CD127⁺ лимф. абс. > 0,04*10⁹/дм³, – CD127⁺ лимф. отн. > 1,2 % – CD3⁺ CD95⁺ лимф. абс. > 0,7 *10⁹/дм³, – CD3⁺ CD95⁺ лимф. абс. > 25,0 %, – IgE общий > 99,9 МЕ/см³, – IgE специф. к Mn > 1,21 МЕ/см³, – IgE специф. к Cr > 1,01 МЕ/см³, – IgG специф. к Al > 0,1 у.е., – МДА > 2,5 мкмоль/дм³ – АОА > 38,6 %, – СОД > 88,1 нг/см³, – p53 > 1,8 %, – IL-1бета > 11 пг/см³ – Вах > 9 %, – Vcl-2 > 1,5 %, – TNF-рецептор > 1,5 % – глутаминовая кислота > 65,9 мкмоль/дм³, – суммарный объем воздушного потока через полость носа < 400 см³/с – ФЖЕЛ < 75 %, – ОФВ1 < 75 %
Лица с доказанным вредом	Отсутствует	Конкретный список детей с причиненным вредом (51 ребенок)
Дополнительные случаи заболеваний	<i>Прогнозный уровень:</i> 0,1 сл./чел./год (популяционный)	<i>Фактический уровень:</i> 2 сл./чел./год (индивидуальный)

Сравнительный анализ информативности показателей свидетельствует, что

различия заключаются как в качественных, так и в количественных характеристиках полученных результатов. Принципиальным отличием является то обстоятельство, что при реализации алгоритма доказывания причинения вреда здоровью на основании углубленных выборочных исследований экспонированных детей для индивидуума доказано причинение вреда в виде фактически состоявшегося заболевания, детерминированного аэрогенным химическим фактором, с получением детализированной картины по виду конкретной нозологической формы из класса «Болезни органов дыхания» и степени тяжести причиненного вреда. В то время как при выполнении процедуры оценки риска здоровью дается только расчетный полуколичественный прогноз развития заболевания в целом по классу «Болезни органов дыхания» для детей группы риска.

При доказанном причинении вреда установлены конкретные зоны на территории, дифференцированные по критериям причинения вреда (индивидуальный и групповой уровень) и характеризующиеся определенной численностью и половозрастной структурой детей. В то время как при оценке риска получена только расчетная зона экспозиции, дифференцированная по степени формируемого прогнозного риска (популяционный) уровень, но также характеризующаяся численностью и половозрастной структурой экспонированных детей.

На основании доказанного причиненного вреда установлен перечень факторов, дифференцированный по степени опасности для развития и течения болезней органов дыхания: факторы, детерминирующие заболевание и оказывающие на него модифицирующее влияние; факторы, с которыми установлена вероятностная ассоциированность заболеваний; факторы, не оказывающие влияния на развитие и течение заболевания. При оценке риска здоровью дифференциация факторов по степени этиопатогенетического влияния на заболевание органов дыхания отсутствует. При этом результаты оценки вклада химического фактора в причиненный вред и риск здоровью являются несопоставимыми по качественной и количественной оценке. При доказанном

причинении вреда дается оценка вклада конкретного химического фактора непосредственно в развитие и течение самого заболевания. При расчете риска дается оценка вклада лишь в действующую внешнесредовую концентрацию вещества и полученные результаты свидетельствуют о существенном снижении значимости фактора для опасности развития заболевания.

Алгоритм доказывания причинения вреда здоровью позволяет установить систему последовательных и количественно параметризованных причинно-следственных связей «фактор экспозиции – маркер экспозиции – маркер негативного эффекта – негативный ответ» с обоснованием перечня и пороговых значений конкретных биомаркеров экспозиции и негативных эффектов, доказано связанных непосредственно с негативным эффектом в виде конкретного заболевания органов дыхания. При процедуре оценки риска здоровью возможна только полуквантитативная оценка связи заболевания органов дыхания (по классу в целом) с воздействием комплекса факторов. Получение информации по биомаркерам экспозиции и эффекта не предусмотрено. Кроме этого, при доказанном причинении вреда здоровью определен конкретный список детей с причиненным вредом с учетом его тяжести и индивидуальный фактический уровень дополнительных случаев заболеваний органов дыхания в году, детерминированный факторами причинения вреда. В то время как при оценке риска установлен только прогнозный популяционный уровень дополнительных случаев заболеваний в году, причем существенно более низкий.

Таким образом, сопоставительный анализ результатов оценки расчетного риска и фактически причиненного вреда здоровью детей в виде заболеваний органов дыхания при аэрогенном воздействии химического фактора позволил обосновать существенные качественные и количественные различия в получаемой информации, характеризующие детализацию существующей ситуации по степени опасности, что является необходимым для расстановки приоритетов при осуществлении деятельности СГМ, в первую очередь, на муниципальном уровне.

ГЛАВА 6 АКТУАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ СГМ МУНИЦИПАЛЬНОГО УРОВНЯ ДЛЯ ЗАДАЧ ОБЪЕКТИВИЗАЦИИ АНАЛИЗА ПРИЧИННО- СЛЕДСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И СОСТОЯНИЕМ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

6.1 Уточнение зоны воздействия источников производства глинозема на население

Сопоставительный анализ расчетного риска и фактического причинения вреда здоровью детей в виде состоявшегося заболевания органов дыхания, детерминированного аэрогенной экспозицией химического фактора, позволил конкретизировать зону максимального воздействия источника производства глинозема на здоровье населения. Совмещение пространственного распределения на территории жилой застройки показателя риска развития заболеваний органов дыхания у детей и точек проживания детей с причиненным вредом здоровью в виде фактически состоявшегося заболевания органов дыхания, детерминированного химическим фактором аэрогенной экспозиции, и детей с заболеванием органов дыхания, ассоциированным с воздействием аэрогенной химической экспозиции, представлено на Рисунке 6.1.

Анализ пространственного распределения полученных результатов позволил выделить конкретную зону на территории жилой застройки как зону наибольшего негативного воздействия на органы дыхания у детей. Уточненная зона верифицирована доказанным причинением вреда при воздействии химического фактора аэрогенной экспозиции, формируемой выбросами субъекта хозяйственной деятельности по производству глинозема при нарушениях обязательных требований санитарного законодательства (Рисунок 6.2).

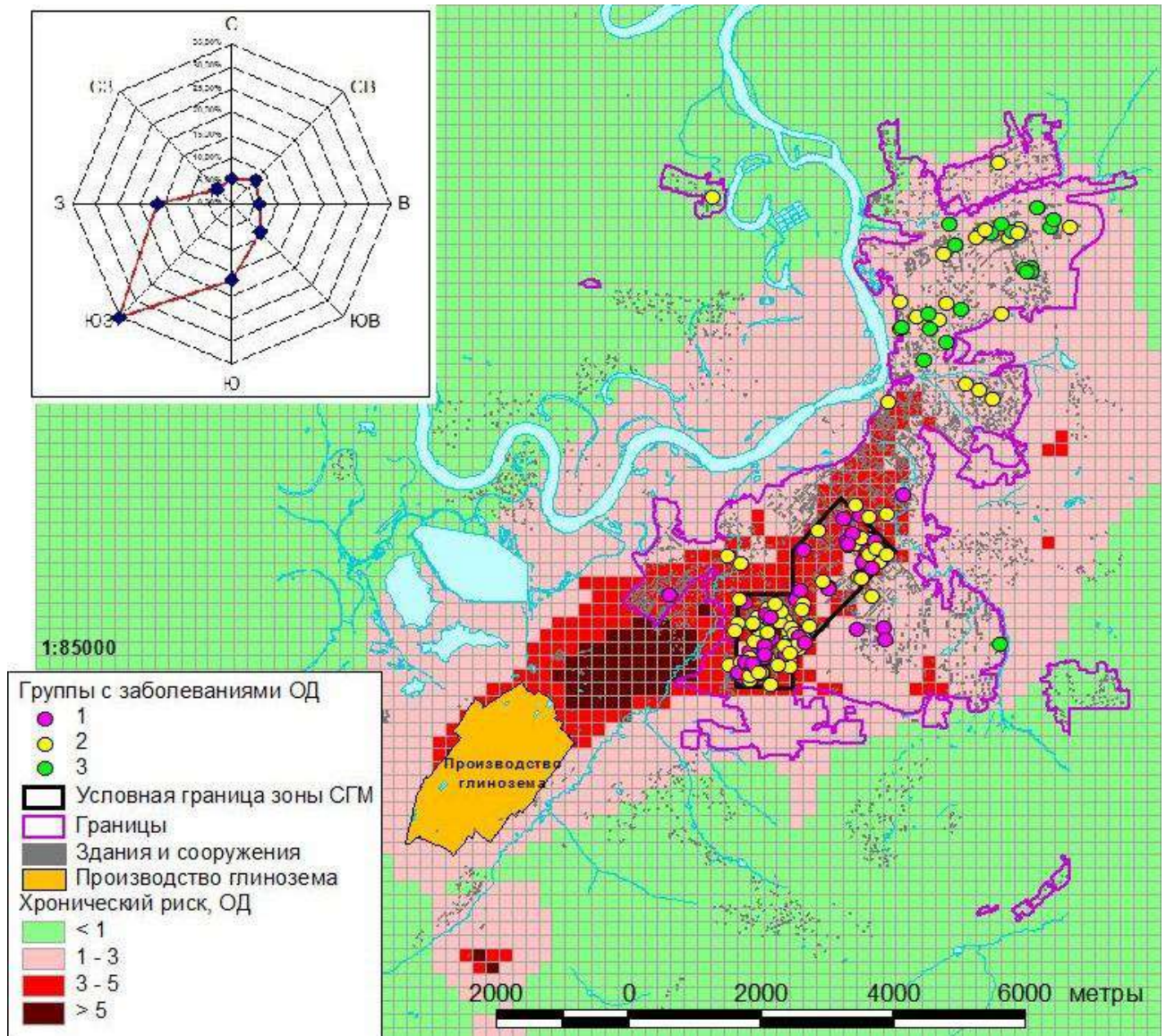


Рисунок 6.1 – Расчетная зона пространственного распределения риска развития заболеваний органов дыхания у населения (по величине HI , популяционный уровень) и конкретная зона, верифицированная доказанным причинением вреда:

- – дети с причиненным вредом в виде заболевания органов дыхания, детерминированного воздействием аэрогенного химического фактора;
- – дети с заболеванием органов дыхания, ассоциированным с воздействием аэрогенного химического фактора;
- – дети с заболеванием органов дыхания, связь которого с воздействием аэрогенного химического фактора не установлена

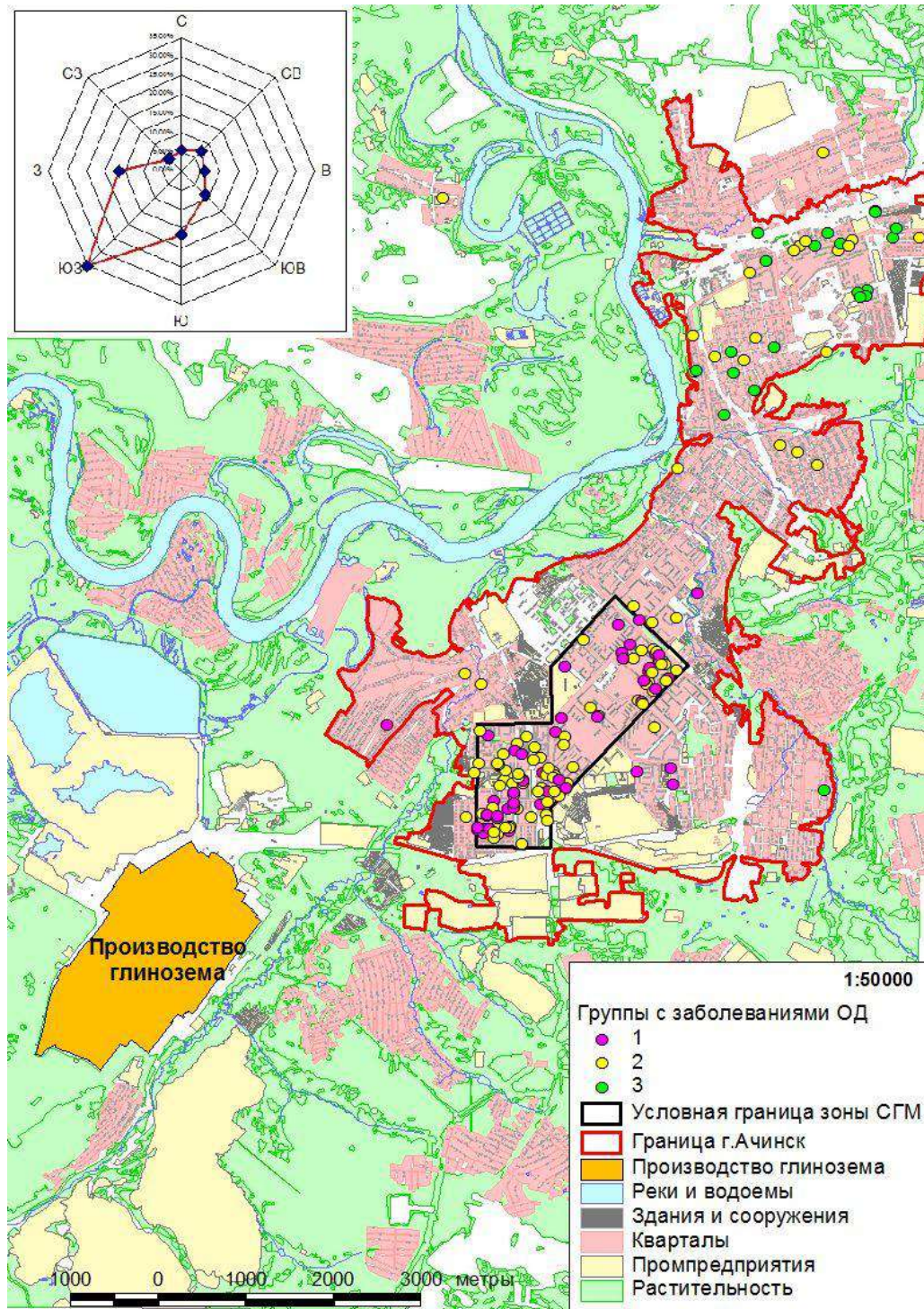


Рисунок 6.2 – Конкретизированная зона наибольшего воздействия на органы дыхания детского населения выбросов от источников хозяйственной деятельности субъекта по производству глинозема

Выделенная зона представляет собой территорию площадью около 3,16 кв. км, ориентированную с юго-западной части города, максимально приближенной к промышленной площадке хозяйствующего субъекта по производству глинозема, к северо-восточной части города. Границами данной зоны являются (от северной

ее точки далее по часовой стрелке): ул. Зверева между ул. Кравченко и ул. Лапенкова; ул. Лапенкова между ул. Зверева и ул. Гагарина; ул. Гагарина между ул. Зверева и ул. 5 Июля; ул. 5 Июля между ул. Гагарина и ул. Чкалова; ул. Чкалова между ул. 5 Июля и ул. Кравченко; ул. Кравченко до северной точки – пересечение с ул. Зверева. Территория зоны характеризуется многоэтажной застройкой и высокой плотностью населения – 11 200 чел на кв. км (32 % от общей численности населения).

Конкретизированная зона воздействия на детское население выбросов от источников субъекта хозяйственной деятельности по производству глинозема требует наибольшего внимания со стороны Роспотребнадзора при осуществлении контроля качества атмосферного воздуха на содержание химических веществ, тропных к органам дыхания, проводимого в рамках деятельности территориальной системы СГМ.

6.2 Актуализация выбора расположения репрезентативных точек и их количества для организации и проведения системных наблюдений в атмосферном воздухе загрязняющих веществ, тропных к органам дыхания

Определение репрезентативных точек размещения постов наблюдения территориальной сети СГМ для осуществления контроля качества атмосферного воздуха в зоне воздействия субъекта хозяйственной деятельности по производству глинозема позволило установить 6 возможных точек размещения постов СГМ, характеризующих 2 кластера. При этом кластер № 1 характеризовался одной точкой, кластер № 2 – пятью точками. В результате экспертной оценки и анализа плотности населения для кластера № 2 обоснована в качестве репрезентативной также 1 точка (Таблица 6.1, Рисунок 6.3).

Таблица 6.1 – Репрезентативные точки размещения постов СГМ контроля качества атмосферного воздуха г. Ачинска

№ точки	Кластер	Координаты, м		Сумма рангов	Коэффициент плотности населения	Адрес ближайшей жилой застройки
		X	Y			
4163	1	14800	35700	186	1,0	ул. Строителей, 25
4478	2	15600	36300	188	0,87	5-й Микрорайон, 19

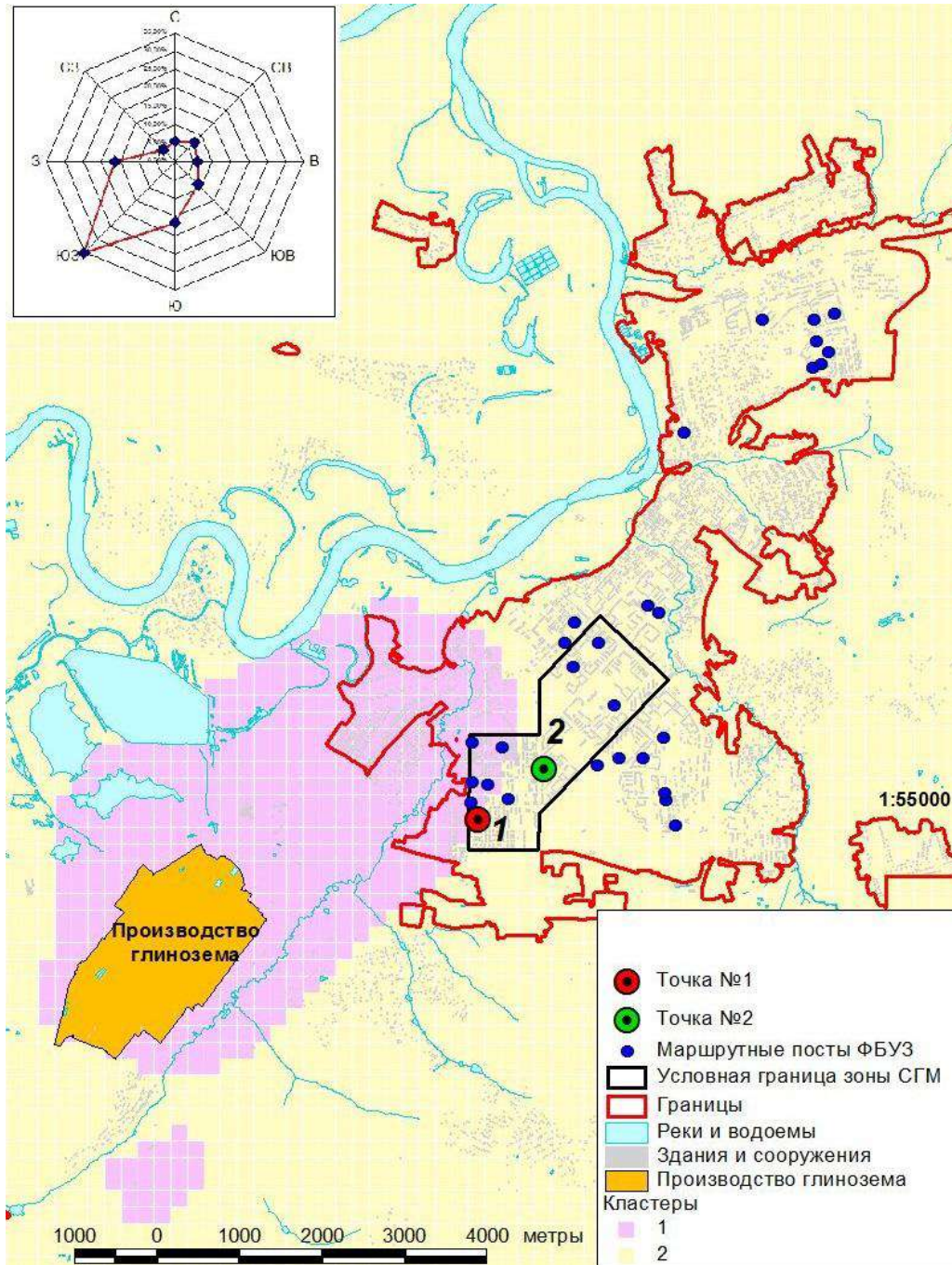


Рисунок 6.3 – Репрезентативные точки размещения постов наблюдения СГМ контроля качества атмосферного воздуха в зоне влияния хозяйственной деятельности субъекта по производству глинозема

При сопоставлении адресной привязки репрезентативных точек постов наблюдения с адресной привязкой уточненной зоны наибольшего негативного воздействия на органы дыхания детей компонентов выбросов от источников субъекта хозяйственной деятельности по производству глинозема установлено, что рекомендуемые две точки размещения постов наблюдения находятся непосредственно на территории конкретизированной зоны наибольшего воздействия:

– точка № 1 – точка в жилой застройке (адрес ближайшего жилья: ул. Строителей, 25), расположена на расстоянии 1,9 км от границы промплощадки в зоне наибольшего воздействия, максимально приближенной к границе промышленной площадки хозяйствующего субъекта по производству глинозема, максимально отображающая влияние источников предприятия на формируемую аэрогенную нагрузку;

– точка 2 – точка в жилой застройке (адрес ближайшего жилья: 5-й микрорайон, 19), расположена на расстоянии 3,2 км от границы промплощадки, и практически в центре конкретизированной зоны наибольшего воздействия.

В результате исследований в качестве репрезентативных минимально достаточных обосновано 2 точки контроля вместо 8 существующих. Пространственное размещение точек определено в зоне максимального воздействия в отличие от существующего расположения точек контроля в настоящее время.

Таким образом, результаты исследования на муниципальном уровне, выполненные на примере территории с размещением крупного субъекта хозяйственной деятельности по производству глинозема, относящегося к чрезвычайно высокой категории потенциального риска причинения вреда здоровью, позволили обосновать минимальное и достаточное количество репрезентативных точек контроля качества атмосферного воздуха (две вместо существующих 26 точек контроля маршрутных постов) с адресной привязкой, совпадающей с конкретизированной зоной наибольшего негативного воздействия на органы дыхания детей компонентов выбросов от источников субъекта

хозяйственной деятельности по производству глинозема.

6.3 Приоритизация факторов и негативных эффектов для формирования программ инструментальных и лабораторных исследований в системе СГМ на основе анализа причинно-следственных связей, установленных по результатам оценки риска и причиненного вреда здоровью

Предварительный анализ валовых выбросов промышленных предприятий г. Ачинск в целом показал, что фактический выброс в атмосферу от стационарных источников составляет около 45 тысяч тонн в год (3-е место в Красноярском крае). Вклад выбросов от источников субъекта хозяйственной деятельности по производству глинозема составляет 85-86 %. Перечень примесей включает порядка 85-88 наименований химических веществ, из них почти 50 % (45 соединений) связаны с деятельностью хозяйствующего субъекта по производству глинозема. Приоритетными по критериям потенциальной опасности развития у населения заболеваний органов дыхания является 26 веществ, в том числе пыль неорганическая с SiO_2 , оксиды азота, серы, алюминия, меди, никеля, марганец и его соединения, гидроксид натрия, черный углерод, фториды газообразные хорошо растворимые, формальдегид и др. (Таблица 6.2).

Сопоставительный анализ перечня приоритетных загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух в составе пылегазовой смеси от источников субъекта хозяйственной деятельности по производству глинозема изучаемого производства, и перечня веществ, подлежащих контролю в атмосфере в рамках деятельности системы СГМ, позволил установить, что в программе контроля качества атмосферного воздуха города имеется целый ряд позиций, неадекватных реально существующей ситуации. Установлено, что из 26 веществ, потенциально опасных для органов дыхания и поступающих в составе выбросов в атмосферу от источников изучаемого производства в 2012-2018 году, регулярный

контроль осуществлялся только по 4 примесям (доля 17,4 %): взвешенные вещества, азота диоксид, серы диоксид, формальдегид.

Таблица 6.2 – Ранжированный перечень химических веществ – компонентов выбросов в атмосферу, связанных с хозяйственной деятельностью субъекта по производству глинозема, – по уровню потенциальной опасности развития заболеваний органов дыхания (данные 2017 года)

Химическое вещество	Индекс сравнительной опасности (HRI)	Коэффициент канцерогенной опасности (HRIc)
Пыль неорганическая: SiO ₂ ниже 20%	11 611 372,5	-
Азота диоксид	9 571 171,4	-
Мазутная зола ТЭС (в пересчете на ванадий V)	7 131 550,0	-
Азота оксид	6 441 603,3	-
Сера диоксид	4 870 348,9	-
Пыль неорганическая: SiO ₂ 20-70% (шамот)	4 682 106,0	-
Алюминий оксид (в пересчете на алюминий)	379 543,1	-
Натрий гидроксид	232 457,5	-
Пыль неорганическая: SiO ₂ выше 70% (динас)	76 139,0	-
Серная кислота	28 755,8	-
Углерод черный (сажа)	21 279,3	-
Марганец и его соединения (в пересчете на марганца (IV) оксид)	7 918,0	-
Медь (II) оксид	1 065,0	-
Фториды газообразные хорошо растворимые	368,1	-
Водород хлорид	225,8	-
Формальдегид	191,7	19,2
Никель оксид	106,5	10,7
Взвешенные вещества	85,2	-
Сероводород	63,1	-
Азотная кислота	28,8	-
Хром (VI) (в пересчете на хром оксид)	10,7	10 666,7
Толуол	0,55	-
Ксилол	0,11	-

В 2017-2018 гг. в программу контроля качества атмосферного воздуха в рамках СГМ были включены несистематические (единичные) замеры алюминия и фторидов газообразных. Установлена несопоставимость результатов по уровню содержания примесей в атмосферном воздухе, полученных расчетными и инструментальными данными. По большинству исследуемых веществ, за исключением азота диоксида и пыли неорганической SiO₂<20%, расчетные данные не выявили уровней, превышающих гигиенический норматив. Отмечено

только прогнозируемое расчетами рассеивания нарушение гигиенических нормативов (в точках размещения постов мониторинга Росгидромета) по пыли неорганической кремнийсодержащей (до 1 ПДКм.р.) и азота диоксиду (до 3,2 ПДКс.с.). При этом в анализируемый период в точках контроля маршрутных постов СГМ зарегистрированы фактические превышения разовых и/или среднесуточных концентраций в атмосферном воздухе на территории жилой застройки города по азота диоксиду, взвешенным веществам и формальдегиду, фторидам газообразным в среднем на уровне от 4,16 до 10,4 ПДКм.р. и от 1,38 до 43,6 ПДКс.с., по алюминию и серы диоксиду – до 1,16 до 3,6 ПДКс.с. Результаты натурных исследований¹⁴ в двух из 4 основных точек контроля маршрутных постов СГМ отмечены непрогнозируемые расчетами рассеивания нарушения гигиенических нормативов содержания толуола и ксилола в атмосферном воздухе (от 3,04 до 4,32 ПДКм.р.), фторидов твердых и газообразных, взвешенных веществ и взвешенных частиц PM_{2,5} и PM₁₀ (от 1,78 до 4,97 ПДКм.р. и от 3,11 до 8,92 ПДКс.с.); алюминия, марганца (от 1,12 до 3,06 ПДКс.с.). Регистрировалось постоянное присутствие в атмосферном воздухе ванадия (V), никеля, хрома (VI) (до 0,03-0,06 ПДКс.с.), меди (до 0,44 ПДКс.с.).

Несмотря на отсутствие прогнозируемых сводными расчетами рассеивания нарушений гигиенических нормативов практически по всем компонентам выбросов от источников производства глинозема в точках расчетной сетки, с учетом критериев риска установлен неприемлемый риск развития заболеваний органов дыхания у детей при комбинированном хроническом ингаляционном воздействии приоритетных потенциально опасных для органов дыхания веществ (НІ до 5) (Рисунок 6.1).

Верификация результатов расчетов рассеивания данными мониторинговых и натурных наблюдений позволила выявить значительное повышение уровня риска заболеваний органов дыхания при хронической экспозиции (НІ до 31,2-49,9) за счет совместного присутствия расширенного спектра веществ, обладающих

¹⁴ Натурные исследования выполнены ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения в 2017 году.

однонаправленным повреждающим действием на органы дыхания. Наибольший вклад в величину индекса опасности вносят такие вещества, как взвешенные вещества и мелкодисперсные частицы PM_{2,5}, PM₁₀, формальдегид, марганец, медь (вклад от 9,1 до 17,9 %). Вклад алюминия, азота диоксида, серы диоксида, фторидов газообразных составляет от 1,82 до 5,57 %, ванадия (V), никеля, хрома (VI), ксилола, толуола, натрия гидроксида – 0,44-0,92%.

Верификация результатов расчета риска развития заболеваний органов дыхания результатами доказательства причиненного вреда здоровью в виде состоявшегося заболевания органов дыхания (реализованный риск), детерминированного аэрогенной экспозицией химического фактора, позволила выполнить приоритизацию факторов и негативных эффектов (ответов), требующих первоочередного внимания при формировании программы мониторинговых наблюдений качества атмосферного воздуха и анализа причинно-следственных связей в рамках СГМ.

К приоритетным факторам воздействия по критерию фактического участия в причинении вреда отнесено 8 веществ: марганец, алюминий, медь, ксилол, фториды газообразные хорошо растворимые, никель, формальдегид, хром (VI). К приоритетным негативным ответам в виде детерминированных хронических заболеваний органов дыхания отнесено 4 нозологических формы из класса болезней органов дыхания: аллергического ринита, хронического тонзиллита, хронического назофарингита, бронхиальной астмы.

Таким образом, в установленных репрезентативных точках контроля качества атмосферного воздуха в рамках СГМ без взаимодействия с субъектом хозяйственной деятельности по производству глинозема целесообразно расширить программу контроля качества атмосферного воздуха систематическими наблюдениями (по полной программе не менее 200 дней в году) за содержанием марганца, алюминия, ксилола, фторидов газообразных, никеля, формальдегида, хрома (VI), меди; периодическими наблюдениями по полной программе (не менее 50 дней в году) за взвешенными веществами, взвешенными частицами PM_{2,5} и PM₁₀, толуолом, ванадием (V), азота оксидом, азота диоксидом, серы диоксидом,

пылью неорганической с SiO_2 20-70 %. Обязателен учет заболеваний органов дыхания по классу в целом и отдельным нозологическим формам (аллергический ринит, хронический тонзиллит и назофарингит, бронхиальная астма), этиопатогенетически связанных с воздействием факторов причинения вреда.

6.4 Оценка экономического ущерба для задач совершенствования СГМ

Результаты расчета экономических потерь при реализации риска в виде дополнительных случаев заболеваний органов дыхания, детерминированных или ассоциированных с воздействием аэрогенного химического фактора (в целом и в зависимости от действующего фактора) у экспонированных детей приведены в Таблицах 6.3, 6.4.

Потери ВВП от реализации всех дополнительных случаев заболеваний органов дыхания у детского населения в зоне экспозиции составляют 82 633 тыс. руб. в год, в том числе от реализации дополнительных случаев заболеваний, детерминированных или ассоциированных с аэрогенным воздействием приоритетных химических факторов – 28 338 тыс. руб. в год. Потери по налоговым поступлениям при реализации всех дополнительных случаев заболеваний органов дыхания у детского населения в зоне экспозиции составляют 3 457 тыс. руб. в год, в том числе при реализации дополнительных случаев заболеваний органов дыхания, детерминированных или ассоциированных с аэрогенным воздействием химического фактора – 294 тыс. руб. в год. Потери федерального бюджета по налоговым поступлениям при реализации всех дополнительных случаев заболеваний у детского населения в зоне экспозиции составляют 3 489 тыс. руб. в год, в том числе при реализации дополнительных случаев заболеваний органов дыхания, детерминированных или ассоциированных с аэрогенным воздействием химического фактора – 287 тыс. руб.

Таблица 6.3 – Потери ВВП от дополнительных случаев заболеваний органов дыхания среди детского населения (по данным ФОМС, 2017 г.)

Класс болезней	Общее количество дополнительных случаев заболеваний, в год	Потери ВВП от общего количества дополнительных случаев заболеваний, тыс. руб. в год	Количество дополнительных случаев заболеваний, ассоциированных с воздействием действующего фактора			Потери ВВП от дополнительных случаев заболеваний, ассоциированных с воздействием факторов, тыс. руб. в год
			Химический фактор	Вклад фактора в доп. случаи заболеваний, %	Количество дополнительных случаев в среднем в год	
Болезни органов дыхания (J00-J99)	1 872	82 633	Марганец	55,1	642	28 338
			Взвешенные вещества	49,9		
			Толуол	48,1		
			Медь	47,0		
			Ксилол	41,3		
			Ванадий (V)	38,4		
			Фториды газ.	37,6		
			Никель	35,1		
			Хром (VI)	32,4		
			Формальдегид	29,8		
			Алюминий	29,2		
			Азота оксид	25,7		
			Азота диоксид	24,7		
			Углерод черный	20,5		
			Пыль неорг. SiO ₂ 20-70 %	20,61		
			Сера диоксид	13,8		

Таблица 6.4 – Налоговые потери по уровням бюджетов бюджетной системы РФ (по данным ФОМС, 2017 год), тыс. руб. в год

Показатель	Потери по налоговым поступлениям (по всем уровням бюджетной системы РФ)	Потери по налоговым поступлениям в федеральный бюджет РФ
Дополнительные случаи заболеваний органов дыхания, всего	3 457	3 489
Дополнительные случаи заболеваний органов дыхания, детерминированные или ассоциированные с аэрогенным воздействием химического фактора	294	287

Таким образом, экономические потери ВВП при реализации дополнительных случаев заболеваний органов дыхания, детерминированных или

ассоциированных с воздействием приоритетных факторов, у экспонированных детей составляют порядка 28,3 тыс. руб. в год. Ранжированный перечень приоритетных химических факторов аэрогенной экспозиции (по критерию формирования потерь), связанной с хозяйственной деятельностью субъекта по производству глинозема, включает марганец, взвешенные вещества, толуол, медь, ксилол, ванадий (V), хром (VI), фториды газообразные, никель, формальдегид, алюминий, пыль неорганическую с SiO_2 20-70 %, азота оксид, азота диоксид, серы диоксид.

6.5 Оптимизация мероприятий для принятия управленческих решений о необходимых санитарно-гигиенических и профилактических мерах, направленных на снижение негативных последствий, с учетом результатов оценки риска и причинения вреда здоровью

Оптимизация мероприятий для принятия управленческих решений о необходимых санитарно-гигиенических и профилактических мерах, направленных на снижение негативных последствий с учетом результатов оценки риска и причинения вреда здоровью, должна осуществляться по нескольким направлениям, каждое из которых имеет определенную степень детализации:

1) *актуализация системы социально-гигиенического мониторинга* предусматривает:

– осуществление мониторинговых наблюдений за компонентами загрязнения атмосферного воздуха, создающими опасность причинения вреда органам дыхания, в точках жилой застройки, соответствующих репрезентативным точкам, расположенным в конкретной зоне наибольшего негативного воздействия на органы дыхания;

– расширение программы контроля качества атмосферного воздуха с обязательным включением следующих: систематические наблюдения (не менее

200 дней в году) по полной программе за марганцем, алюминием, ксилолом, фторидами газообразными, никелем, формальдегидом, хромом (VI) (факторы причинения вреда здоровью): периодические наблюдения (не менее 50 дней в году) по полной программе за взвешенными веществами, фракциями PM_{2,5} и PM₁₀, толуолом, ванадием (V), азота оксидом, азота диоксидом, сера диоксидом, пылью неорганической с SiO₂ 20-70 % (факторы, с которыми установлена ассоциация развития и течения заболеваний);

– разработка и ведение информационно аналитической базы учета заболеваний органов дыхания в соответствии с нозологическими формами, обоснованными в качестве приоритетных по критерию причиненного вреда (аллергический ринит неуточненный (J30.4), хронический тонзиллит (J35.0), хронический назофарингит (J31.1), бронхиальная астма (J45.0));

– определение порядка установления и анализа причинно-следственных связей между воздействием аэрогенных факторов и причиненным вредом в виде дополнительной заболеваемости болезнями органов дыхания;

2) обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия в зонах аэрогенной экспозиции, формируемой компонентами выбросов, связанных с хозяйственной деятельностью объектов производства глинозема:

– учет результатов оценки риска и причинения вреда здоровью в виде дополнительных случаев хронических заболеваний органов дыхания в ходе санитарно-эпидемиологических экспертиз, обследований и расследований;

3) реализация программ профилактики хронических заболеваний органов дыхания, детерминированных воздействием аэрогенного химического фактора, для детей 4-7 лет, подверженных экспозиции (дополнительно к существующим программам в соответствии с государственными гарантиями по оказанию медицинской помощи):

– комплекс диагностических мероприятий для раннего выявления признаков воздействия химических факторов причинения вреда органам дыхания включает химико-аналитическое исследование и оценку содержания веществ в биосредах в соответствии с их безопасными уровнями воздействия: в крови –

марганца (менее 0,012 мг/дм³), меди (до 0,60 мг/дм³), хрома (до 0,002 мг/дм³), никеля (до 0,003 мг/дм³), о-ксилола (до 0,0001 мг/дм³), формальдегида (до 0,04 мг/дм³); в моче алюминия (до 0,017 мг/дм³), фторид-иона (до 0,45 мг/дм³); при определении в биосредах алюминия, фтора, марганца, никеля, хрома, меди, о-ксилола, формальдегида, в концентрациях превышающих соответствующие критерии безопасности, для выявления признаков заболеваний органов дыхания проводят функциональное исследование (спирографию, риноманометрию) и лабораторное исследование (индекс эозинофилии, CD127 лимфоциты, CD3⁺ CD95⁺ лимфоциты, IgE общий, IgE специфический к марганцу и хрому, IgG специфический к алюминию, МДА, АОА, СОД, р53. Вах, Vcl-2, IL-1бета, TNF-рецептор, глутаминовая кислота);

– комплекс специализированных лечебно-профилактических мероприятий (дополнительно к мероприятиям, проводимым в рамках госгарантий) на индивидуальном и групповом уровне в условиях амбулаторно-поликлинического звена, оздоровительных центров, санаториев-профилакториев, детских дошкольных и школьных образовательных организаций и др. показан при соответствии результатов диагностики на 80 % и более критериям детерминированности выявленных признаков заболеваний с воздействием алюминия, фтора, марганца, никеля, хрома, меди, бензола, ксилола, формальдегида:

- для детей с хроническими заболеваниями органов дыхания, детерминированными воздействием аэрогенных факторов причинения вреда, углубленная целенаправленная диагностика, лечение, вторичная и третичная профилактика заболеваний – стационарная форма с применением медико-профилактических технологий на базе стационарного отделения НИУ Роспотребнадзора;

- для детей с хроническими заболеваниями органов дыхания, ассоциированными с факторами причинения вреда, комплексная диагностика, лечение и вторичная профилактика хронизации процесса – стационарная форма на базе стационарного отделения НИУ Роспотребнадзора и амбулаторно-

поликлиническая форма на базе амбулаторно-поликлинического звена учреждений здравоохранения территории;

- для детей с риском развития заболеваний органов дыхания, ассоциированных с воздействием факторов риска, выборочная неспецифическая диагностика и профилактика – амбулаторно-поликлиническая форма на базе амбулаторно-поликлинического звена, санаториев территории.

- диспансерное наблюдение за детьми с причиненным вредом здоровью на базе амбулаторно-поликлинического звена, детских дошкольных и школьных организованных коллективов территории с привлечением специалистов НИУ Роспотребнадзора;

- мониторинг заболеваемости, детерминированной воздействием факторов причинения вреда, и биомониторинг детского населения с доказанным причинением вреда здоровью специалистами НИУ Роспотребнадзора совместно со специалистами здравоохранения территории размещения крупного производства глинозема:

- оценка клинической и экономической эффективности профилактических мероприятий (предотвращенный ущерб, эффективность на 1 рубль затрат на 1 пациента).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Миссией санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации является сохранение и защита здоровья и благополучия населения от вредного воздействия факторов среды обитания, в том числе химического характера, обеспечение предотвращения возникновения неинфекционных заболеваний, связанных с загрязнением среды обитания человека. В этой связи, для достижения высокого уровня результативности создание действенного механизма по предупреждению, выявлению, оперативному реагированию и управлению рисками и угрозами в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения, в первую очередь, детского, регионов и муниципальных образований приобретает особую значимость.

Совершенствование системы социально-гигиенического мониторинга отражает одну из основных целей и стратегических задач национального развития Российской Федерации на период до 2024 года и на плановый период до 2030 года, направленную на «...сохранение населения, здоровье и благополучие людей и создание комфортной и безопасной среды для их проживания» [92, 93]. Обозначенные целевые показатели, к числу которых относится снижение выбросов опасных загрязняющих веществ, оказывающих наибольшее негативное воздействие на среду обитания и здоровье человека, в два раза, диктуют необходимость повышения точности оценок для объективизации СГМ и повышения адекватности политики смягчения последствий.

Актуальность решений поставленных задач в регионах и муниципалитетах с размещением крупных градообразующих промышленных производств, формирующих высокие уровни загрязнения атмосферного воздуха и, следовательно, риски негативного воздействия на ведущие органы и системы организма человека, требует разработки и внедрения в практику алгоритмов и методов выделения тех компонентов пылегазовых выбросов в атмосферу, которые оказывают наибольшее негативное воздействие на здоровье населения.

Проведение научного исследования, направленного на решение задачи актуализации системы социально-гигиенического мониторинга в части «качество атмосферного воздуха – здоровье населения», для выделения наиболее важных и значимых проблем (приоритезация опасных веществ и негативных эффектов, объективизация анализа причинно-следственных связей) является одним из шагов к практическому достижению обозначенных национальных целей при реализации функций и полномочий Роспотребнадзором.

Актуальность данного направления исследований корреспондирует с ключевыми положениями, продекларированными в Федеральном проекте «Чистый воздух» до 2024 г. Национального проекта «Экология» 2019-2024 гг., который в числе других национальных проектов в настоящее время имеет статус приоритетной программы по стратегическому развитию и приоритетным проектам в Российской Федерации [79].

Доминирующим на сегодня инструментом гигиенических оценок в системе «среда – здоровье» является методология оценки риска, имеющая безусловные преимущества, обозначенные в ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска». Но, как свидетельствует практика, в настоящее время есть понимание того, что результаты оценки риска имеют высокий уровень неопределенности и не всегда адекватны реальным уровням заболеваемости и смертности населения.

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

Выполненный сравнительный анализ на примере оценки воздействия химических компонентов крупного производства глинозема на органы дыхания у детей позволил сформулировать существенные различия в информативности

показателей, полученных в ходе расчета и оценки риска и установления фактически причиненного вреда здоровью в условиях негативных воздействий аэрогенного химического фактора.

В ходе исследований, выполненных на предварительном этапе, решены задачи комплексного гигиенического анализа влияния хозяйственной деятельности крупного производства глинозема на состояние объектов среды обитания в сопряжении с оценкой риска здоровью в виде прогнозируемой дополнительной заболеваемости болезнями органов дыхания, связанной с деятельностью изучаемого хозяйственного субъекта чрезвычайно высокой категории потенциальной опасности причинения вреда здоровью населения. Комплексный гигиенический анализ качества объектов среды обитания в селитебной застройке и основных путей воздействия потенциально опасных для органов дыхания химических компонентов, связанных с производством глинозема, позволили количественно и пространственно оценить аэрогенную экспозицию как приоритетный вид воздействия на органы дыхания, определить, что хронический неканцерогенный риск развития заболеваний органов дыхания у экспонированных детей до 50,1 раз превышает приемлемый уровень, Установлен ранжированный перечень факторов риска, включающий 19 веществ (вклад в НИ от 1,8 до 17,9 %), характеризующихся однонаправленностью повреждающего действия на органы дыхания: взвешенные вещества, медь, формальдегид, взвешенные частицы PM10 и PM2.5, марганец, алюминий, азота оксид и азота диоксид, серы диоксид, фториды газообразные, ксилол, толуол, натрия гидроксид, никель, пыль неорганическая с SiO₂ 20-70 %, хром (VI), углерод черный, ванадий (V). Прогнозируется эволюционное нарастание дополнительного риска нарушений функций органов дыхания у населения в возрасте от 23 лет при сохраняющемся воздействии комплекса веществ.

При проведении углубленной оценки реализации рисков развития болезней органов дыхания детского населения в зоне аэрогенной экспозиции, связанной с хозяйственной деятельностью субъекта по производству глинозема, на основе эпидемиологических исследований и оценки причинно-следственных связей с

экспозицией приоритетных факторов риска выполнена верификация расчетных величин фактическими данными о заболеваниях органов дыхания по сведениям государственной статистической отчетности и обращаемости за медицинской помощью.

На основании сравнительного анализа клинико-функциональных, гематологических, биохимических, иммунологических и иммуногенетических показателей развития заболеваний органов дыхания у экспонированных детей и параметризации установленных причинно-следственных связей обоснованы биомаркеры экспозиции, тропные к органам дыхания: марганец (максимальная недействующая концентрация до 0,012 мг/дм³), медь (до 0,60 мг/дм³), хром (до 0,002 мг/дм³), никель (до 0,003 мг/дм³), о-ксилол (до 0,0001 мг/дм³), формальдегид (до 0,04 мг/дм³), в моче алюминий (до 0,017 мг/дм³), фторид-ион (до 0,45 мг/дм³); биомаркеры негативных эффектов (снижение индекса эозинофилии, повышение CD127-лимфоцитов, CD3⁺ CD95⁺-лимфоцитов, IgE общего, IgE специфического к марганцу и хрому, IgG специфического к алюминию, МДА, АОА, СОД, p53. Вах, Bcl-2, IL-1бета, TNF-рецептора, рестриктивный или обструктивный тип внешнего дыхания легких, снижение суммарного воздушного потока через носовые ходы); выделены особенности развития заболеваний органов дыхания у детей.

Углубленная оценка показала, что обязательными гигиеническими и медико-биологическими квалифицирующими признаками фактически причинного вреда здоровью в виде впервые выявленного хронического заболевания органов дыхания, детерминированного воздействием аэрогенного химического фактора на индивидуальном уровне, являются: подверженность аэрогенной экспозиции в течение 4-7 лет; высокий риск развития заболевания органов дыхания; достоверно связанное с экспозицией (на популяционном уровне) подтверждение факта, величины и спектра экспозиции – повышенное содержание (на 20 % и более фонового или референтного уровня) от 5 до 8 биомаркеров экспозиции (в крови: марганец, медь, хром, никель, формальдегид, о-ксилол; в моче: фторид-ион, алюминий); изменение биомаркеров негативных эффектов: сниженный уровень (ниже 75 %) 1 функционального показателя

внешнего дыхания легких (ФЖЕЛ или ОФВ1) и суммарного объема воздушного потока через полость носа, повышенный или сниженный уровень (на 15 % и более верхней границы физиологической нормы) от 8 до 13 из 16 гематологических, биохимических и иммунологических показателей, основной диагноз заболевания (негативный ответ) по МКБ-10 относится к классу X «Болезни органов дыхания» (J30.4, J35.0, J31.1, J45.0); отсутствие иных причин выявленного заболевания кроме химических факторов существующей аэрогенной экспозиции.

В результате последовательной реализации алгоритма комплексного санитарно-гигиенического анализа с оценкой риска, специального углубленного (эпидемиологического, химико-аналитического, клинико-функционального, лабораторного диагностического, социологического, экономического) исследования выборки экспонированных детей с хроническим заболеванием органов дыхания (всего 208 человек г. Ачинск) установлена последовательная непрерывная логическая цепочка количественно параметризованных причинно-следственных связей от источника выбросов загрязняющих веществ, тропных к органам дыхания, до факта состоявшегося хронического заболевания органов дыхания. Установленная система последовательных причинно-следственных связей позволила определить обязательные гигиенические и медико-биологические квалифицирующие признаки, на основании которых на индивидуальном уровне доказано, что у 25 % детей из обследованной выборки определена вся совокупность обязательных признаков, свидетельствующих о факте причинения вреда здоровью в форме состоявшего хронического заболевания органов дыхания средней и легкой степени тяжести, детерминированного воздействием аэрогенного химического фактора. Факторами причинения вреда являются 8 веществ: марганец (вклад до 53 %), алюминий (до 47 %), медь (до 49 %), о-ксилол (до 44 %) фториды (до 40 %) никель (до 39 %), формальдегид (до 27 %), хром (VI) (до 9 %). У 65 % детей из обследованной выборки верифицирован определенный комплекс гигиенических и медико-биологических квалифицирующих признаков, позволивший установить вероятностную ассоциированность выявленного хронического заболевания

органов дыхания с воздействием аэрогенного химического фактора. Факторами ассоциированности с заболеванием являются 8 веществ: взвешенные вещества (вклад до 50%), толуол (до 48 %), ванадий (V) (до 38 %), азота оксид (до 26 %), азота диоксид (до 25 %), углерод черный (до 21 %), серы диоксид (до 14 %), пыль с SiO₂ 20-70 % (до 12 %). Основным источником поступления перечисленных химических веществ в атмосферный воздух г. Ачинск является хозяйствующий субъект по производству глинозема (вклад в суммарные выбросы от стационарных источников в целом по городу достигает по отдельным компонентам 100 %). У 10 % детей связь хронического заболевания органов дыхания с воздействием аэрогенного химического фактора не установлена.

Показано, что экономические потери ВВП при реализации дополнительных случаев заболеваний органов дыхания, детерминированных и ассоциированных с воздействием аэрогенного химического фактора (порядка 650 случаев в год), составляют более 28 млн руб. в год. Ранжированный (по критерию формирования потерь) перечень приоритетных факторов аэрогенной экспозиции, связанной с хозяйственной деятельностью субъекта по производству глинозема, включает марганец, взвешенные вещества, толуол, медь, ксилол, ванадий (V), хром (VI), фториды газообразные, никель, формальдегид, алюминий, пыль неорганическую с SiO₂ 20-70 %, азота оксид, азота диоксид, серы диоксид.

Выполненный сравнительный анализ результатов, полученных в ходе расчета и оценки риска и доказанного фактически причиненного вреда здоровью детей в виде хронического заболевания органов дыхания, детерминированного аэрогенным воздействием химических компонентов крупного производства глинозема, позволил сформулировать существенные различия в информативности показателей, характеризующие детализацию существующей ситуации по степени опасности, что является необходимым для повышения объективизации гигиенических оценок и расстановки приоритетов при осуществлении деятельности СГМ, в первую очередь, на муниципальном уровне.

Разработанные и апробированные методические подходы к обоснованию актуальных показателей для объективизации анализа причинно-следственных

связей между воздействием факторов атмосферного воздуха и состоянием здоровья населения в зоне влияния крупного хозяйствующего субъекта включают: ранжирование химических факторов неканцерогенного риска развития заболеваний органов дыхания, идентификацию методами пространственного распределения показателей риска с помощью ГИС-технологий, параметризацию математических моделей причинно-следственных связей риска, сформированного факторами аэрогенной экспозицией, и вероятности развития заболеваний органов дыхания, алгоритмизацию доказательства фактического причинения вреда здоровью на индивидуальном и групповом уровне.

Для повышения адекватности и надежности принимаемых управленческих решений необходимым является в рамках СГМ расширение программы контроля качества атмосферного воздуха с включением систематических наблюдений по полной программе (не менее 200 дней в году) за марганцем, алюминием, ксилолом, фторидами газообразными, никелем, формальдегидом, хромом (VI), медью; периодическими наблюдениями по полной программе (не менее 50 дней в году) за взвешенными веществами, взвешенными частицами PM_{2,5} и PM₁₀, толуолом, ванадием (V), азота оксидом, азота диоксидом, серы диоксидом, пылью неорганической с SiO₂ 20-70 %. Обязателен учет заболеваний органов дыхания как по классу в целом, так и по отдельным нозоформам (аллергический ринит, хронический тонзиллит, хронический назофарингит, бронхиальная астма), этиопатогенетически связанных с воздействием факторов причинения вреда.

Такие меры позволят существенно повысить эффективность объективизации анализа причинно-следственных связей между воздействием факторов атмосферного воздуха и состоянием здоровья населения для использования их в качестве информационной основы организации мероприятий митигирования последствий воздействия (планирования целевых показателей снижения выбросов в атмосферный воздух, формирования и организации муниципальных программ первичной, вторичной, третичной профилактики).

ВЫВОДЫ

1. Гигиеническая оценка влияния деятельности крупного хозяйствующего субъекта по производству глинозема на состояние объектов среды обитания показала, что при нарушении обязательных требований санитарного законодательства, формируются существенные превышения гигиенических нормативов в атмосферном воздухе от 1,2 до 43,6 ПДКс.с. азота оксида, азота диоксида, серы диоксида, формальдегида, алюминия, марганца, фторидов газообразных, взвешенных веществ, в том числе PM_{2,5} и PM₁₀, содержащих оксиды кремния, алюминия, хрома, марганца, никеля, титана; от 1,8 до 10,4 ПДКм.р. – толуола и ксилола. Постоянно присутствуют также сероводород до 0,6 ПДм.р., ванадий (V), никель, хром (VI) и медь до 0,4 ПДКс.с. В питьевой воде ЦСХПВ содержание алюминия, марганца и фтора составляет от 1,2 до 42,2 ПДК; в почве – алюминия, ванадия, марганца, хрома, меди, никеля 0,3-0,7 ПДК; в пищевых продуктах – меди до 0,7 ПДК.

Приоритетным воздействующим объектом среды обитания на здоровье является атмосферный воздух.

2. Оценка риска здоровью при ингаляционном поступлении комплекса веществ позволила установить, что индекс опасности для органов дыхания составляет при остром воздействии до 19,6, при хроническом – до 50,1 и превышает приемлемый уровень. Ранжированный перечень факторов риска включает 19 веществ, характеризующихся однонаправленностью повреждающего действия на органы дыхания: взвешенные вещества, в том числе PM₁₀ и PM_{2,5}, медь, формальдегид, марганец, алюминий, азота оксид и азота диоксид, серы диоксид, фториды газообразные, ксилол, толуол, натрия гидроксид, никель, пыль неорганическая с SiO₂ 20-70 %, хром (VI), углерод черный, ванадий (V) (вклад в НИ от 1,8 до 17,9 %). Уровень суммарного канцерогенного риска составляет до $2,11E \cdot 10^{-4}$ и оценивается как неприемлемый; вклад факторов риска (формальдегида, хрома (VI), никеля) от 0,5 до 58,7%. Прогнозируется

эволюционное нарастание дополнительного риска нарушений функций органов дыхания у населения в возрасте от 23 лет и старше. Источником формирования этих рисков является хозяйствующий субъект по производству глинозема, относящийся к 1 категории (чрезвычайно опасное) по потенциальному риску причинения вреда здоровью.

3. Углубленная оценка реализации рисков позволила установить обязательные гигиенические и медико-биологические квалифицирующие признаки причинения вреда здоровью, а именно: хроническое заболевание органов дыхания, детерминированное воздействием аэрогенного химического фактора (диагноз по МКБ-10 J30.4, J35.0, J31.1, J45.0); подверженность аэрогенной экспозиции в течение 4-7 лет; высокий риск развития заболевания органов дыхания ($ИИ > 5$); достоверно связанное с экспозицией (на популяционном уровне) повышенное содержание) от 6 до 8 биомаркеров экспозиции (на 20 % и более фонового или референтного уровня в крови марганец, медь, хром, никель, формальдегид, о-ксилол; в моче фторид-ион, алюминий); изменение от 10 до 13 биомаркеров негативных эффектов (снижение функции внешнего дыхания и суммарного объема воздушного потока через носовые полости на 15 % и более нижней границы физиологической нормы; повышенный уровень на 15 % и более верхней границы физиологической нормы биохимических и иммунологических показателей; отсутствие иных причин выявленного заболевания кроме факторов существующей аэрогенной экспозиции.

4. В репрезентативной выборке экспонированных детей формируемый риск здоровью у 25 % детей реализуется в виде фактически причиненного вреда легкой (29 % случаев) и средней тяжести (71 % случаев), проявляющегося в виде дополнительных случаев (2 сл./чел./год) хронических заболеваний органов дыхания (аллергический ринит, хронический тонзиллит, хронический назофарингит, бронхиальная астма), детерминированных аэрогенным химическим фактором (вклад марганца, алюминия, меди, о-ксилола, фтора, никеля, формальдегида, хрома (VI) от 9 до 53 %). У 65 % детей выявленное хроническое заболевание органов дыхания вероятно ассоциировано с аэрогенным

воздействием взвешенных веществ, азота оксида, азота диоксида, углерода черного, серы диоксида, пыли с SiO_2 20-70 %, толуола, ванадия (V) (вклад от 12 до 50 %). У 10 % детей связи заболеваний органов дыхания с воздействием аэрогенного химического фактора не установлено.

5. Разработанные и апробированные методические подходы, включающие ранжирование химических факторов риска, идентификацию зоны воздействия, параметризацию причинно-следственных связей, алгоритмизацию доказательства фактического причинения вреда здоровью, позволили обосновать актуальные показатели для системы СГМ муниципального уровня: 8 веществ в атмосферном воздухе (марганец, алюминий, ксилол, фториды газообразные, никель, формальдегид, хром (VI), медь), которые должны подлежать систематическому контролю (вместо существующих 5 общераспространенных); 4 показателя фактически причиненного вреда конкретно по нозологическим формам (аллергический ринит, хронический тонзиллит, хронический назофарингит, бронхиальная астма); установлено 216 коэффициентов для анализа причинно-следственных связей. Обосновано построение системы СГМ оптимальной по локализации значительно сокращенной зоны наблюдений адекватной территории максимального воздействия; минимально достаточному количеству репрезентативных точек контроля (2 вместо 5) и их пространственному размещению; программам инструментальных и лабораторных исследований, порядку оценки причинно-следственных связей риска и причиненного вреда здоровью.

6. Для повышения адекватности и надежности принимаемых управленческих решений является необходимым в рамках СГМ расширение программы контроля качества атмосферного воздуха в репрезентативных точках: систематическими наблюдениями по полной программе за марганцем, алюминием, ксилолом, фторидами газообразными, никелем, формальдегидом, хромом (VI), медью; периодическими наблюдениями по полной программе за взвешенными веществами, взвешенными частицами $\text{PM}_{2,5}$ и PM_{10} , толуолом, азота оксидом, азота диоксидом, серы диоксидом, пылью неорганической с SiO_2 20-70 %, ванадием

(V). Обязателен учет заболеваний органов дыхания по классу в целом и отдельным нозологическим формам (аллергический ринит, хронический тонзиллит, хронический назофарингит, бронхиальная астма), этиопатогенетически связанных с воздействием факторов причинения вреда.

7. Выполненная гигиеническая оценка показала, что санитарно-гигиенические и профилактические мероприятия, направленные на устранение негативных последствий, должны включать: формирование государственного задания по планированию деятельности в части исследований атмосферного воздуха на территории селитебной застройки, оформление и направление предписаний для ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии»; обоснование предложений по обеспечению надлежащего качества атмосферного воздуха и программам профилактики, направленным на предупреждение и устранение последствий причинения вреда здоровью, детерминированного воздействием аэрогенного химического фактора для администраций территории и хозяйствующего субъекта; информирование населения о рисках здоровью.

**ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ
СИСТЕМЫ МЕР, НАПРАВЛЕННЫХ НА ПОВЫШЕНИЕ
ЭФФЕКТИВНОСТИ СГМ И СНИЖЕНИЕ НЕГАТИВНЫХ
ПОСЛЕДСТВИЙ С УЧЕТОМ РЕЗУЛЬТАТОВ ОЦЕНКИ РИСКА И
ПРИЧИНЕНИЯ ВРЕДА ЗДОРОВЬЮ**

Научно обоснованы рекомендации для планирования и реализации системы мер, направленных на повышение эффективности СГМ и снижение негативных последствий с учетом результатов оценки риска и причинения вреда здоровью:

- ***Управлению Роспотребнадзора по Красноярскому краю и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае»:***

- для повышения эффективности системы СГМ в части проведения контроля качества атмосферного воздуха г. Ачинск для приоритетных веществ, тропных к органам дыхания, в зоне воздействия субъекта хозяйственной деятельности по производству глинозема (АО «РУСАЛ Ачинск»), объекта чрезвычайно высокой категории риска, расширить программу инструментальных и лабораторных исследований, включающую систематические наблюдения по полной программе за марганцем, алюминием, о-ксилолом, фторидами газообразными, никелем, формальдегидом, хромом (VI), медью; периодическими наблюдениями по полной программе: взвешенными веществами, взвешенными частицами PM_{2,5} и PM₁₀, толуолом, азота оксидом, азота диоксидом, сера диоксидом, углеродом черным, пылью неорганической с SiO₂ 20-70 %; ванадием (V);

- для повышения результативности контроля качества атмосферного воздуха в рамках реализации системы СГМ в зоне воздействия субъекта хозяйственной деятельности по производству глинозема при выборе точек контроля применять научно-обоснованные результаты конкретизации зоны наибольшего негативного воздействия на органы дыхания детей в виде причинения вреда здоровью, обоснования минимально-достаточного количества и

оптимального пространственного размещения репрезентативных точек наблюдения;

– для повышения эффективности и результативности мер и действий по оптимизации системы наблюдений в зонах экспозиции, связанных с хозяйственной деятельностью субъекта по производству глинозема, осуществить интеграцию в систему СГМ методов биологического мониторинга, предусматривающих контроль содержания в биосредах маркеров экспозиции с учетом их критериев безопасности: в крови – марганец (до 0,012 мг/дм³), медь (до 0,60 мг/дм³), хром (до 0,002 мг/дм³), никель (до 0,003 мг/дм³), о-ксилол (до 0,0001 мг/дм³), формальдегид (до 0,04 мг/дм³); в моче – алюминий (до 0,017 мг/дм³), фторид-ион (до 0,45 мг/дм³);

– для повышения эффективности системы СГМ необходимо учитывать, что аэрогенное низкоуровневое комплексное воздействие химических веществ, обладающих однонаправленным повреждающим действием на органы дыхания (марганец, алюминий, медь, никель, хром (VI), фториды газообразные, формальдегид, взвешенные вещества, взвешенные частицы РМ_{2,5}, РМ₁₀, пыль неорганическая с SiO₂ 20-70 %, ксилол, толуол, азота оксид, азота диоксид, сера диоксид, углерод черный, ванадий (V)), способно формировать значимый индекс опасности развития заболеваний органов дыхания, реализация которого возможна в виде причинения вреда здоровью детей;

– для развития и совершенствования контрольно-надзорной деятельности на объекте чрезвычайно высокой категории потенциального риска причинения вреда здоровью (АО «РУСАЛ Ачинск») расширить объем лабораторного сопровождения, адекватно показателям, причиняющим вред здоровью (алюминий, марганец, фториды газообразные, медь, хром (VI), никель, формальдегид, ксилол) при осуществлении плановых выездных проверок (1 раз в год);

– для повышения эффективности санитарно-эпидемиологических экспертиз, обследований, расследований и иных видов оценок, в том числе результатов СГМ, направленных на выявление причинно-следственных связей

воздействия факторов атмосферного воздуха на органы дыхания в зонах экспозиции, использовать полученные результаты по регистрации доказанных случаев причинения вреда здоровью, проявляющегося в виде хронических дополнительных заболеваний органов дыхания по конкретным нозологическим формам (аллергический ринит, хронический тонзиллит, хронический назофарингит, бронхиальная астма), и конкретных химических факторов, причиняющих вред (марганец, алюминий, о-ксилол, фториды газообразные, никель, формальдегид, хром (VI), медь);

– для повышения информированности руководящего состава АО «РУСАЛ Ачинск» провести ряд семинаров по разъяснению содержания санитарно-эпидемиологических и иных обязательных требований, нарушение которых причиняет вред здоровью населения в виде заболеваний органов дыхания, и в отношении которых наиболее часто отмечаются несоблюдения со стороны работников предприятия.

• *Руководящему составу предприятия АО «РУСАЛ Ачинский глиноземный комбинат»:*

– осуществить разработку и внедрение на Предприятии организационных, технологических санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на снижение остаточных рисков, связанных с воздействием химических веществ, причиняющих вред здоровью в виде заболеваний органов дыхания, в том числе алюминия, марганца, хрома (VI), никеля, меди, фторидов газообразных, что соответствует требованиям Федерального Закона от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании» и другим нормативно-правовым актам Российской Федерации;

– до момента достижения приемлемых рисков для здоровья детского населения г. Ачинск обеспечить разработку и реализацию адресной, социально ориентированной Программы, направленной на снижение и устранение негативных последствий причинения вреда здоровью детского населения, находящегося под воздействием аэрогенных факторов хозяйственной

деятельности АО «РУСАЛ Ачинск», формирующих остаточные риски, реализация которых причиняет вред в виде заболеваний органов дыхания;

– обеспечить проведение семинаров с участием Управления Роспотребнадзора по Красноярскому краю, в рамках которых доложить основные результаты исследования расширенному кругу менеджеров и инженерно-технических работников предприятия с выделением основных факторов опасности, демонстрацией масштабов и постановкой задач по минимизации рисков для здоровья населения;

– представить результаты исследования в локальных (местных, региональных) средствах массовой информации с демонстрацией готовности хозяйствующего субъекта к диалогу о существующих рисках причинения вреда здоровью и организационно-финансовых возможностях их минимизации;

– 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-выгоды».

• ***Министерству здравоохранения Красноярского края:***

– для повышения эффективности раннего выявления, профилактики и устранения негативных последствий причинения вреда здоровью в виде заболеваний органов дыхания, детерминированных воздействием факторов риска, при обосновании и реализации адресной медико-профилактической помощи детям в зоне экспозиции (на групповом и/или индивидуальном уровне) учитывать показатели нарушения баланса окислительно-антиоксидантных процессов (уровни МДА, СОД, АОА), развития общей и специфической сенсибилизации (индекс эозинофилии, IgE общий, IgE специфический к марганцу, хрому, алюминию), нарушения нейромедиаторного обмена вегетативной регуляции функции внешнего дыхания (глутаминовая кислота), дисбаланса клеточного и гуморального иммунитета, активности апоптоза (CD127-лимфоциты, CD3⁺ CD95⁺-оциты, p53, IL-1бета, Вах, Vcl-2, TNF-рецептор).

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

- для дальнейшего совершенствования методологии системы социально-гигиенического мониторинга в части повышения эффективности научно-методических подходов требуется внедрение анализа причинно-следственных связей воздействия приоритетных аэрогенных химических факторов риска и причинения вреда здоровью (в том числе в виде заболеваний органов дыхания) у экспонированных групп населения.

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

- проводить подготовку студентов и переподготовку специалистов в области гигиены и профилактической медицины с учетом новых данных о системах нарушений гомеостаза при развитии заболеваний органов дыхания, детерминированных аэрогенным воздействием химических факторов, о факторах риска и причинения вреда здоровью.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АОА	антиоксидантная активность
ВЭЖХ	высокоэффективная жидкостная хроматография
ГАМК	гамма-аминомасляная кислота
ГИС	геоинформационная система
ГН	гигиенический норматив
МАИР	Международное агентство по изучению рака
НПО	нижний предел обнаружения
ОПР	отделение подготовки руды
ПДКс.с.	предельно допустимая концентрация средняя суточная
ПДКм.р.	предельно допустимая концентрация максимальная разовая
СГМ	социально-гигиенический мониторинг
СОД	супероксиддисмутаза
СОЭ	скорость оседания эритроцитов
СРБ	С-реактивный белок
ТСН	территориальная сеть наблюдений
ТЭС	теплоэлектростанция
ФИФ	Федеральный информационный фонд
ФЖЕЛ	форсированная жизненная емкость легких
ARfC	референтная (безопасная) концентрация для острого ингаляционного воздействия
DI	доверительный интервал
HRI	индекс сравнительной опасности
HRIc	коэффициент канцерогенной опасности
IL-1β	интерлейкин
IRIS (Integrated Risk Information System)	интегрированная система информации о рисках
ICR	канцерогенный риск
OR	отношение шансов

RfC	референтная (безопасная) концентрация для хронического ингаляционного воздействия
RfL	референтный уровень содержания химического вещества в биологическом субстрате
RR	отношение рисков
SFi	фактор канцерогенного потенциала
TNFR	тумор некротический фактор (рецептор)
U.S.EPA	Агентство по охране окружающей среды США
АТФ	аденозинтрифосфорная кислота
РИФ	Региональный информационный фонд
ЮНИСЕФ	Детский фонд ООН
ЕИАС	единая информационно-аналитическая система
ОДК	ориентировочно-допустимая концентрация

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Авалиани, С.Л. Мониторинг здоровья человека и здоровья среды (Региональная экологическая политика) / С.Л. Авалиани, Б.А. Ревич, Д.М. Захаров. – М.: Центр экологической политики России, 2001. – 76 с.
2. 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.
3. 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: материалы 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.
4. Анализ мирового рынка алюминия: итоги 2017 года, прогнозы на 2018 год и до 2021 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.talco.com.tj/ru/world-aluminum-industry/sovremennye-tendencii-rynka-alyuminiya> (дата обращения 22.08.2019).
5. 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, М.Р. Камалтдинов, Н.Г. Атискова, А.В. Недошитова, С.С. Ханхареев, Е.В. Мадеева // Гигиена и санитария. – 2017. – № 96(1). – С. 29-35.
6. Ассоциированные с эозинофилией заболевания и расстройства / Е.С. Енисеева, Г.М. Орлова, Н.О. Сараева, Л.Г. Смолькова // Сибирский медицинский журнал. – 2006. – № 6. – С. 14-19.

7. Афолина, Н.А. Заболеваемость детского населения болезнями органов дыхания как медико-социальная проблема (обзор литературы) / Н.А. Афолина // Российский медико-биологический вестник им. академика И.П. Павлова, 2010. – Т. 18, № 4. – С. 157-162.
8. Балашов, С.Ю. Математический аппарат установления региональных фоновых уровней содержания вредных веществ в биологических средах детского населения [Электронный ресурс] / С.Ю. Балашов, Д.А. Кирьянов // Здоровье семьи 21 век, 2010. – Режим доступа: [http:// www.twirpx.com/file/1140113/](http://www.twirpx.com/file/1140113/) (дата обращения 18.11.2019).
9. Баранов, А.А. Смертность детского населения России / А.А. Баранов, В.Ю. Альбицкий. – М.: Литтерра, 2007. – 254 с.
10. Баранов, А.А. Состояние здоровья детей как фактор национальной безопасности / А.А. Баранов, Л.А. Щеплягина // Российский педиатрический журнал. – 2005. – № 2. – С. 4-8.
11. Белик, Л.А. Гигиенические аспекты болезней органов дыхания населения промышленных центров Приморского края: дисс... канд. мед. наук: 14.00.07/ Белик Людмила Алексеевна. – Владивосток, 2003. – 207 с.
12. Беляев, Е.Н. Задачи социально-гигиенического мониторинга как важнейшего механизма обеспечения санэпидблагополучия населения / Е.Н. Беляев, В.И. Чибураев, М.П. Шевырева, С.И. Лагунов // Гигиена и санитария. – 2000. – № 6. – С. 58-60.
13. Беляев, Е.Н. О внедрении системы социально-гигиенического мониторинга в Российской Федерации // Социально-гигиенический мониторинг – практика применения и научное обеспечение / Е.Н. Беляев, В.И. Чибураев. – М., 2000. – Ч. 1. – С. 27-32.
14. Беляев, Е.Н. Опыт ведения социально-гигиенического мониторинга в России / Е.Н. Беляев, С.Г. Домнин, Н.Ю. Целыковская // Гигиена и санитария. – 2004. – № 5. – С. 6-9.
15. Богомильский М.Р. Детская оториноларингология: учебник для вузов / М.Р. Богомильский, В.Р. Чистякова. – 2-е изд. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 576 с.

16. Борисевич, М.О. Анализ динамики заболеваемости болезнями органов дыхания населения г. Минска за 2006-2015 гг. / М.О. Борисевич, В.А. Стельмах, А.Г. Сыса // Сахаровские чтения 2017 года: экологические проблемы XXI века: материалы 17-й междунар. науч. конф.: в 2-х частях. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – Ч. 1. – С. 118-119.

17. Брагина, И.В. Научно-методические и организационные основы системы лабораторного контроля в обеспечении гигиенической безопасности: дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.07 / Брагина Ирина Викторовна. – Мытищи, 2008. – 350 с.

18. Бузинов, Р.В. Совершенствование системы социально-гигиенического мониторинга в обеспечении государственного санитарно-эпидемиологического надзора на региональном уровне: дис.... д-ра мед. наук: 14.02.01 / Бузинов Роман Вячеславович. – СПб, 2014. – 381 с.

19. 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.

20. Влияние производства алюминия в России на окружающую среду. Кратко о производстве первичного алюминия. Aluminium Association: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://aluminum.org/industries/production/bauxite> (дата обращения 09.08.2019).

21. Волкодаева, М.В. Использование геоинформационных технологий для задач оптимизации размещения станций мониторинга качества атмосферного воздуха / М.В. Волкодаева // Записки горного института. – 2015. – Т. 215. – С. 107-114.

22. Галлеев, К.А. Связь между концентрациями в атмосферном воздухе химических веществ и распространенностью аллергических заболеваний у детей / К.А. Галлеев, Р.Ф. Хакимова // Гигиена и санитария. – 2002. – № 4. – С. 23–24.

23. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест: методические указания МУ 2.1.7.730-99 [Электронный ресурс]. – М.: Минздрав России, 1999. – Режим доступа: <http://www.mooml.com/> (дата обращения 22.05.2019).

24. Гигиенические аспекты нарушения здоровья детей при воздействии химических факторов среды обитания; под ред. Н.В. Зайцевой. – Пермь: Книжный формат, 2011. – 489 с.

25. ГИС-технологии в системе социально-гигиенического мониторинга территорий / В.Н. Михеев, В.А. Отрощенко, В.С. Писарев, Я.Г. Пошивайло, С.С. Дышлюк // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2010. – № 1. – С. 130-133.

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

27. Глебов, В.В. Информационные технологии в системе социально-гигиенического мониторинга / В.В. Глебов // Вестник РУДН. Серия Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2013. – № 2. – С. 620-622.

28. Горбанев, С.А. Особенности ведения социально-гигиенического мониторинга в Ленинградской области / С.А. Горбанев, Ю.А. Новикова // Актуальные проблемы и инновационные технологии в гигиене: материалы Всеросс. науч.-практич. интернет-конференции (1-5 октября 2012 год); под общ. ред. акад. РАМН Г.Г. Онищенко, акад. РАМН Н.В. Зайцевой. – Пермь: Книжный формат, 2012. – С. 237-241.

29. Горяев, Д.В. Оптимизация региональной системы социально-гигиенического мониторинга на основе сопряжения с риск-ориентированной моделью контрольно-надзорной деятельности на примере Красноярского края: дис. ... канд. мед. наук: 14.02.01 / Горяев Дмитрий Владимирович. – Пермь, 228 с.

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

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

32. Детский научно-практический центр Министерства здравоохранения Российской Федерации: состояние и ближайшие перспективы / Ю.Л. Мизерницкий,

С.Ю. Каганов, А.Д. Царегородцев, А.А. Корсунский // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2002. – № 5. – С.59-62.

33. Деятельность ФБУЗ ФЦГИЭ Роспотребнадзора в рамках государственной услуги «Организация и проведение социально – гигиенического мониторинга, оценки риска воздействия вредных и опасных факторов среды обитания на здоровье человека / М.В. Калиновская, О.В. Гревцов, Т.А. Заиченко, Т.А. Сивохина, М.Е. Кулакова, А.Ю. Сурина, П.С. Бабошин // Здоровье населения и среда обитания. – 2012. – № 10. – С. 13-15.

34. 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: сборник научных трудов Всеросс. науч.-практ. конф., посвященной году экологии в России. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова, 2017. – С. 29-32.

35. Донских, И.В. Влияние фтора и его соединений на здоровье населения (обзор данных литературы) / И.В. Донских // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2013. – № 3 (91). – Ч. 2. – 179-185.

36. Жаворонок, Л.Г. Социально-гигиенический мониторинг – инструмент управления качеством среды обитания и здоровья населения / Л.Г. Жаворонок // Ученые записки Российского государственного социального университета. – 2009. – № 5. – С. 124-129.

37. Заболеваемость детей в возрасте от 5 до 15 лет в Российской Федерации / Л.С. Намазова-Баранова, В.Р. Кучма, А.Г. Ильин, Л.М. Сухарева, Рапопорт И.К. // Медицинский совет. – 2014. – № 1. – С. 6-10.

38. Заболевания органов дыхания на Дальнем Востоке России: эпидемиологические и социально-гигиенические аспекты / В.П. Колосов, Л.Г. Манаков, П.Ф. Кику, Е.В. Полянская. – Владивосток: Дальнаука, 2013. – 220 с.

39. Заболотских, В.В. Синергетические эффекты при одновременном воздействии физических и химических факторов / В.В. Заболотских, А.В. Васильев,

Ю.И. Терещенко // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т.18. – №5(2). – С. 290-294.

40. 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: материалы 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. 9-14.

41. Зайцева, Н.В. Оптимизация программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха селитебных территорий в системе социально-гигиенического мониторинга на базе пространственного анализа и оценки риска для здоровья населения / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн // Пермский медицинский журнал. – 2010. – Т. 27, № 2. – С. 130-138.

42. Зайцева, Н.В. Региональный опыт учета показателей риска для здоровья населения в задачах пространственного планирования / Н.В. Зайцева, И.В. Май // *Arg Administrandi. Искусство управления.* – 2011. – № 2. – С. 30-39.

43. Запруднова, О.Г. Система социально-гигиенического мониторинга в практике градостроительства в Сергиево-Посадском районе Московской области / О.Г. Запруднова // *Экология человека.* – 2006. – № 10. – С. 42-45.

44. Здоровье человека и факторы окружающей среды в индустриальных городах / В.Д. Суржиков, А.М. Олещенко, Д.В. Суржиков, И.Ю. Ксенофонтова, М.С. Лапшин // *Гигиена и санитария.* – 2003. – № 6. – С. 85-86.

45. Здоровье 2020: Основы европейской политики в поддержку действий всего государства и общества в интересах здоровья и благополучия [Электронный ресурс] / ВОЗ: Европейское региональное бюро. – Копенгаген, 2013. – Режим доступа: <http://www.euro.who.int/ru/publications/abstracts/health-2020> (обращения 26.08.2019).

46. Землянова, М.А. Биомаркеры экспозиции и негативных эффектов для задач гигиенических оценок и экспертиз / М.А. Землянова // *Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия*

населения и защиты прав потребителей: сборник материалов IX Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием; под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2019. – С. 595-598.

47. Иммунологические аспекты экологически детерминированной бронхиальной астмы / О.В. Долгих, А.В. Кривцов, Т.С. Лыхина, С.М. Шаклеина, О.И. Дергачева // Медицинская иммунология. – 2007. Т. 9, № 2-3. – С. 179-180.

48. Интегрированная система управления риском для здоровья населения на региональном и муниципальном уровнях / О.Л. Малых, Н.И. Кочнева, Б.И. Никонов, А.А. Шевчик, Т.М. Цепилова // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 12. – С.1136-1140.

49. Капранов, С.В. Оценка риска для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха в городе с крупными производствами черной металлургии и коксохимии / С.В. Капранов, А.А. Ноженко // Гигиена населенных мест. – 2013. – № 62. – С. 50-54.

50. Капранов, С.В. Влияние загрязнителей атмосферного воздуха на возникновение заболеваний органов дыхания у детей и подростков / С.В. Капранов, И.В. Коктышев // Медицинский вестник Юга России. – 2017.– № 8(131). – С. 38-45.

51. Качество атмосферного воздуха и здоровье: Информационный бюллетень [Электронный ресурс] / Всемирная организация здравоохранения. – 2016. – Режим доступа: <http://www.who.gov/mediacentre/factsheets/fs313/ru/> (дата обращения 20.05.2018).

52. Кику, П.Ф. Образ жизни, среда обитания и здоровье населения Приморского края / П.Ф. Кику, М.В. Ярыгина, С.С. Юдин. – Владивосток: Дальнаука, 2013. – 220 с.

53. Киселев А.В. Применение результатов расчета загрязнения атмосферного воздуха для социально-гигиенического мониторинга / А.В. Киселев, Я.В. Григорьева // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 4. – С. 306-309.

54. Киселев, А.В. Научное обоснование системы оценки риска здоровью в гигиеническом мониторинге промышленного города / А.В. Киселев, Г.И. Куценко, А.П. Щербо. – М.: Медицина, 2001. – 208 с.

55. Клинико-лабораторные особенности заболеваний органов дыхания у детей в условиях воздействия фенола и формальдегида / О.А. Маклакова, О.А. Устинова, А.И. Аминова, К.П. Лужецкий // Вестник Пермского университета. Серия Биология. – 2012. – Вып. 2. – С. 79-84.
56. Клиническая иммунология и аллергология: в 3-х томах; под ред. Л. Йегера. – М.: Медицина, 1990. – Т. 1. – 528 с.
57. Клиническое руководство по лабораторным тестам; под ред. Норберта У. Тица. – М.: ЮНИМЕД-пресс, 2013. – 960 с.
58. Количественная оценка влияния загрязнителей атмосферного воздуха на заболеваемость детей острыми респираторными инфекциями верхних дыхательных путей / Н.Н. Шамсияров, К.А. Галеев, Р.Ф. Хакимова, Ф.Ф. Даутов, Н.З. Юсупова // Гигиена и санитария. – 2002. – № 4. – С. 11-13.
59. Комплексная оценка санитарно-гигиенического состояния территории и здоровья населения г. Ачинска: отчет о НИР ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае». – Красноярск, 2006. – 317 с.
60. Контаминация биосред марганцем и бронхиальная астма у детей / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, О.В. Долгих, Т.С. Лыхина, А.В. Кривцов, О.В. Пустовалова, Д.Г. Дианова, Д.В. Ланин // Вестник Пермского университета. Серия Биология. – 2010. – № 2. – С. 37-41.
61. Концепции демографической политики Российской Федерации (утв. Указом Президента РФ от 09.10.2007 г. N 1351 с изм. и доп. от 14.04.2016 г. 669-р) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/191961/> (дата обращения 20.04.2020).
62. Концепция развития системы социально-гигиенического мониторинга в Российской Федерации на период до 2030 года (проект) // Региональная система управления риском для здоровья населения: сборник организационных, информационных и методических материалов: в 2-х томах. – Екатеринбург: Изд-во ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, 2019. – Т. 1. – С. 8-28.

63. Корельский, Д.С. Оценка уровня загрязнения приповерхностного слоя почв в зоне воздействия металлургического предприятия / Д.С. Корельский // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2008. – № 9. – С. 330-333.

64. Креймер, М.А. Пути управления санитарно-эпидемиологическим благополучием в городе / М.А. Креймер // Гигиена и санитария. – 2010. – № 2. – С. 21-26.

65. Куренкова, Г.В. Пыль как вредный фактор производственной среды / Г.В. Куренкова. – Иркутск: ИГМУ, 2015. – 88 с.

66. Куценко, С.А. Основы токсикологии: Основные формы патологии дыхательной системы химической этиологии / С.А. Куценко. – СПб: Издательство Фолиант, 2004. – С. 401-416.

67. Лабораторные методы исследования в клинике: справочник; под ред. В.В. Меньшикова. – М.: Медицина, 1987. – 366 с.

68. Ларионова, Н.А. Воздействие предприятий алюминиевой промышленности на загрязнение окружающей среды / Н.А. Ларионова // Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж-Севастополь: Изд-во "Научная книга", 2017. – С. 78-80.

69. Лим, Т.Е. Некоторые аспекты организации системы социально-гигиенического мониторинга при строительстве и эксплуатации объездных автомобильных дорог / Т.Е. Лим // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2009. – Т. 88. – № 5. – С. 89-91.

70. Лисецкая, Л.Г. Региональные показатели содержания микроэлементов в волосах детского населения Иркутской области / Л.Г. Лисецкая, Н.В. Ефимова // Гигиена и санитария. – 2016. – № 3. – С. 266-269.

71. Лисицын, Ю.П. Концепция факторов риска и образа жизни / Ю.П. Лисицын // Здравоохранение Российской Федерации. – 1998. – № 3. – С. 49-52.

72. Маклакова, О.А. Особенности дыхательной патологии у детей, проживающих в условиях аэрогенного воздействия акролеина и формальдегида /

О.А. Маклакова, И.П. Коротаева, О.Ю. Устинова // Здоровье населения и среда обитания. – 2018. – № 6(303). – С. 27-30.

73. Маклакова, О.А. Особенности неконтролируемых форм бронхиальной астмы у детей, проживающих в условиях аэрогенного воздействия соединений металлов (марганец, ванадий) / О.А. Маклакова, О.Ю. Устинова, С.Л. Валина // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 7. – С. 739-742.

74. Малютина, Н.Н. Патофизиологические и клинические аспекты воздействия метанола и формальдегида на организм человека [Электронный ресурс] / Н.Н. Малютина, Л.А. Тараненко // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=12826> (дата обращения: 06.04.2019).

75. Мамырбаев, А.А. Токсикология хрома и его соединений / А.А. Мамырбаев. – Актобе, 2012. – 284 с.

76. Metallurgy and secondary metallurgy of aluminum [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://metalspace.ru/education-career/osnovy-metallurgii/metallurgiya-alyuminiya/681-poluchenie-alyuminiya.html/> (дата обращения: 22.08.2019).

77. Методика проведения социально-гигиенического мониторинга: МР № 20001/83 [Электронный ресурс] / Министерство здравоохранения РФ. – М., 2001. – Режим доступа: <http://www.docs.cntd.ru/document/901921859> (дата обращения: 10.11.2019).

78. Методические и критериальные аспекты исследований по определению токсичных элементов и химических соединений в биосредах / Т.С. Уланова, Т.В. Нурисламова, Т.Д. Карнажицкая, Г.А. Вейхман, А.В. Недошитова // Анализ риска здоровью – 2020: материалы 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. 142-147.

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

80. Методические подходы к оценке риска воздействия разнородных факторов среды обитания на здоровье населения на основе эволюционных моделей / Н.В. Зайцева, П.В. Трусов, П.З. Шур, Д.А. Кирьянов, В.М. Чигвинцев, М.Ю. Цинкер // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 1. – С. 15-23.

81. Методическое обеспечение определения токсичных и эссенциальных элементов в биологических средах человека для задач социально-гигиенического мониторинга и биомедицинских исследований / О.В. Гилева, Т.С. Уланова, Г.А. Вейхман, А.В. Недошитова, Е.В. Стенно // Гигиена и санитария. – 2016. – № 95(1). – С. 116-121.

82. Методология оценки риска и принятия управленческих решений в системе социально-гигиенического мониторинга / М.И. Чубирко, Н.М. Пичужкина, В.И. Русин, Л.А. Масайлова // Гигиена и санитария. – 2004. – № 5. – С. 66-67.

83. Методология расчета экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации населения: Приказ Минэкономразвития, Минздравсоцразвития РФ, Минфина и Росстата от 10.04.2012 г. № 192/323н/45н/113. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902344829> (дата обращения 20.04.2020).

84. 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.

85. Мировая статистика здравоохранения за 2016 год [Электронный ресурс] / Сайт Глобальной обсерватории здравоохранения. – Режим доступа: <http://www.who.int/gho/ru> (дата обращения 28.08.2019).

86. Мониторинг объектов окружающей среды и результаты медико-экологической реабилитации населения за 2005 год / В.Б. Алексеев [и др.]: ежегодный сборник материалов; под общ. ред. Н.В. Зайцевой / Управление по охране окружающей среды Пермской области. – Пермь, 2006. – 152 с.

87. Морфологические изменения в легких при хронической интоксикации хромом / Л.Е. Кривенко, О.Г. Полушин, Т.Г. Вуд, Е.П. Шерстнева // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2014. – № 1. – С. 62-65.

88. Научные принципы применения биомаркеров в медико-экологических исследованиях (обзор литературы) / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, В.П. Чашин, А.Б. Гудков // Экология человека. – 2019. – № 9. – С. 4-14.

89. Нечухаева, Е.М. Актуальные задачи социально-гигиенического мониторинга на региональном уровне / Е.М. Нечухаева, Д.В. Маслов, С.И. Афанасьева // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2010. – Т. 41-42, № 1-2. – С. 39-40.

90. О внесении изменения в порядок проведения социально-гигиенического мониторинга, представления данных и обмена ими: Приказ Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 33 от 07.02.2007 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rospotrebnadzor.ru/content/prikaz-ot-07022007> (дата обращения: 10.11.2019).

91. О критериях определения минимально необходимого уровня организации и проведения социально-гигиенического мониторинга: Приказ Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 35 от 31.01.2008 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.base.garant.ru/4186190/> (дата обращения: 10.11.2019).

92. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года (с изм. и доп.): Указ Президента РФ от 07.08.2018 г. N 204 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/71937200/> (дата обращения 10.08.2020).

93. О национальных целях развития Российской Федерации до 2030 года: Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74304210/> (дата обращения 10.08.2020).

94. О перечне показателей и данных для формирования Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга: Приказ Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 810 от 30.12.2005 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rospotrebnadzor.ru/content/544/29641/> (дата обращения: 12.11.2019).

95. О плане мероприятий по дальнейшему совершенствованию организации социально-гигиенического мониторинга: Приказ Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 69 от 03.03.2008 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/4086318/> (дата обращения: 10.11.2019).

96. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад [Электронный ресурс]. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019. – 254 с. – Режим доступа: http://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=12053 (дата обращения 20.08.2019).

97. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад [Электронный ресурс]. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. – 268 с. – Режим доступа: http://rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=10145 (дата обращения 06.06.2019).

98. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Красноярском крае в 2017 году: Государственный доклад [Электронный ресурс]. – Красноярск: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю, 2018. – 307 с. – Режим доступа: <http://www.24.rospotrebnadzor.ru/documents/regional/GosDoklad> (дата обращения 22.05.2019).

99. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Красноярском крае в 2018 году: Государственный доклад [Электронный ресурс]. – Красноярск: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю, 2019. – 323 с. – Режим доступа: <http://www.24.rospotrebnadzor.ru/documents/regional/GosDoklad> (дата обращения 22.05.2019).

100. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Свердловской области в 2018 году: Государственный доклад [Электронный ресурс].

– Екатеринбург: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Свердловской области, 2019. – 263 с. – Режим доступа: <http://www.66.rospotrebnadzor.ru/303/> (дата обращения 23.08.2019).

101. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2015 году: Государственный доклад. – М., 2016. – 200 с.

102. О списке приоритетных веществ, содержащихся в окружающей среде, и их влиянии на здоровье населения: информационное письмо Министерства здравоохранения Российской Федерации письмо № И/109-111 от 07.08.1997 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.alppp.ru/law/okruzhayuschaja-sreda-i-prirodnye-resursy/obschie-voprosy/47/pismo-minzdrava-rf-ot-07-08-1997-i109-111.html> (дата обращения 19.11.2019).

103. О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года: Указ Президента РФ от 19.04.2017 № 176 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71559074/> (дата обращения 28.08.2019).

104. Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровья населения Российской Федерации: Постановление Главного государственного санитарного врача РФ № 25 от 10.11.1997 г. Постановление Главного государственного инспектора РФ по охране природы № 03-19/24-3483 от 10.11.1997 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.docs.cntd.ru/document/420276120> (дата обращения 10.10.2019).

105. Об объявлении в Российской Федерации Десятилетия детства: Указ Президента Российской Федерации от 29.05.2017 г. № 240 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41954> (дата обращения 26.09.2019).

106. Законодательное и методическое обеспечение лабораторного контроля за факторами среды обитания при проведении социально-гигиенического мониторинга: информационно-методическое письмо Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 01/870-16-32 от 28.01.2016 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.docs.cntd.ru/document/420369294> (дата обращения 12.11.2019).

107. Об утверждении положения о проведении социально-гигиенического мониторинга: Постановление Правительства РФ № 60 от 02.02.2006 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.base.garant.ru/12144791/> (дата обращения: 12.11.2019).

108. Об утверждении Положения о социально-гигиеническом мониторинге: Постановление Правительства РФ № 1146 от 06.10.1994 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.base.garant.ru/12115564/> (дата обращения 13.11.2019).

109. Об утверждении Положения о социально-гигиеническом мониторинге: Постановление Правительства РФ № 426 от 01.06.2000 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.base.garant.ru/12119772/> (дата обращения: 13.11.2019).

110. Об утверждении Стратегии развития черной металлургии России на 2014-2020 годы и на перспективу до 2030 года и Стратегии развития цветной металлургии России на 2014-2020 годы и на перспективу до 2030 года: Приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 05.05.2014 г. № 839 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docplayer.ru/42205688> (дата обращения 22.08.2019).

111. Обзор рынка глинозема в России, СНГ и странах Европы. – М., 2015. – 132 с.

112. Онищенко, Г.Г. Концепция риска и ее место в системе социально-гигиенического мониторинга (проблемы и пути решения) / Г.Г. Онищенко // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2005. – № 11. – С. 27-33.

113. Онищенко, Г.Г. Социально-гигиенический мониторинг в Российской Федерации: проблемы и задачи / Г.Г. Онищенко // Гигиена и санитария. – 2006. – № 6. – С. 3-7.

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

115. Основные показатели здоровья матери и ребенка, деятельность службы охраны детства и родовспоможения в Российской Федерации в 2017 году. – М.: ФГБУ "ЦНИИОИЗ" Минздрава Российской Федерации, 2018. – 170 с.

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

117. Оценка аэрогенного воздействия приоритетных химических факторов на здоровье детского населения в зоне влияния предприятий по производству алюминия / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, Ю.В. Кольдибекова, И.Г. Жданова-Заплесвичко, А.Н. Пережогин, С.В. Клейн // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 1. – С. 68-75.

118. 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.

119. Оценка качества атмосферного воздуха населенных мест расчетным методом в системе социально-гигиенического мониторинга / М.В. Винокурова, М.В. Винокуров, В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин, О.Л. Малых // Гигиена и санитария. – 2004. – № 5. – С. 25-27.

120. Оценка пылевого загрязнения атмосферного воздуха с учётом фракционного состава частиц как фактора риска здоровью населения промышленной территории / С.В. Клейн, С.Ю. Загороднов, А.А. Кокоулина, Е.В. Попова, В.Г. Новоселов // Здоровье семьи – 21 век. – 2015. – № 4. – С. 45-61.

121. Оценка реакции дыхательных путей на однократное интратрахеальное введение нано- и микроразмерных частиц оксида алюминия / М.А. Землянова, Н.В. Зайцева, А.М. Игнатова, М.С. Степанков // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 2. – С. 196-202.

122. Оценка риска здоровью населения Владивостока при воздействии атмосферного воздуха / П.Ф. Кику, В.Ю. Ананьев, Д.С. Жигаев, Н.С. Шитер, В.Д. Богданова, Я.С. // Заметки ученого. – 2015. – № 3. – С. 157-160.

123. Оценка риска и эколого-гигиенические исследования как взаимосвязанные инструменты социально-гигиенического мониторинга на местном и региональном уровнях / С.В. Кузьмин, Л.И. Привалова, Б.А. Кацнельсон, Б.И.

Никонов, В.Б. Гурвич, С.А. Воронин, О.Л. Малых, А.С. Корнилков, С.А. Чеботарькова, Н.И. Кочнева // Гигиена и санитария. – 2004. – № 5. – С. 62-64.

124. Оценка риска неканцерогенных эффектов загрязнения атмосферного воздуха на селитебных территориях города Уральска / А.А. Мамырбаев, Л.Д. Сакебаева, В.М. Сабырахметова, Г.И. Карашова, К.Н. Шаяхметова, Г.А. Умарова // Медицинский журнал Западного Казахстана. – 2016. – № 1(49). – С. 82-88.

125. Оценка ущерба здоровью населения Москвы от воздействия взвешенных веществ в атмосферном воздухе / С.М. Новиков, А.В. Иваненко, И.Ф. Волкова, А.П. Корниенко, Н.С. Скворцова // Гигиена и санитария. – 2009. – № 6. – С. 41-43.

126. Паспорт национального проекта «Экология» / утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол № 16 от 24.12.2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.government.ru/info/35569/> (дата обращения 27.11.2019).

127. Перспективы импортозамещения на рынке цветных металлов России. Прогноз развития рынка цветных металлов до 2023 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://acra-ratings.ru/research/1279> (дата обращения 29.08.2019).

128. Першин, С.Е. О недостатках существующей системы социально-гигиенического мониторинга / С.Е. Першин, Л.К. Квартовкина // Гигиена и санитария. – 2005. – № 3. – С. 59-60.

129. Петров, С.Б. Эколого-эпидемиологическая оценка влияния взвешенных веществ в атмосферном воздухе на распространенность болезней органов дыхания в городской детской популяции / С.Б. Петров, Е.Н. Онучина // Здоровье населения и среда обитания. – 2011. – № 6. – С. 17-20.

130. Пичужкина, И.М. Опыт использования методологии оценки риска для здоровья населения при ведении социально-гигиенического мониторинга в Воронежской области / И.М. Пичужкина // Здоровье населения и среда обитания. – 2006. – № 10. – С. 49-55.

131. Порада, Н.Е. Заболеваемость органов дыхания у детей заводского района г. Минска / Н.Е. Порада // Экологический вестник. – 2015. – № 2 (32). – С. 53-57.

132. Применение алюминия и его сплавов. Алюминиевый информационный портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aluminium-guide.ru/primenenie-alyuminiya-v-promyshlennosti-stroitelstve-i-bytu/> (дата обращения 22.08.2019).

133. Применение географических информационных систем для совершенствования санитарно-эпидемиологического надзора и социально-гигиенического мониторинга / А.О. Карелин, А.Ю. Ломтев, Г.Б. Еремин, С.А. Горбанёв, Ю.А. Новикова // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 7. – С. 620-622.

134. Применение ГИС технологий при ведении социально-гигиенического мониторинга в г. Оренбурге / Е.Л. Боршук, В.М. Боев, Е.Г. Сермягина, В.Н. Дунаев, Н.Н. Верещагин // Социально-гигиенический мониторинг среды обитания и здоровья населения: сборник трудов науч.- практич. конф. – Оренбург: Принт-Сервис, 2004. – С. 35-36.

135. Прогнозирование развития болезней органов дыхания у детей, проживающих на техногенно загрязненных территориях / О.В. Бухарин, А.Ф. Зверев, О.Л. Карташова, С.Б. Киргизова // Гигиена и санитария. – 2010. – № 6. – С. 76-78.

136. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации»: Распоряжение Правительства российской Федерации от 28.07.2017 г. № 1632-р [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.base.garant.ru/71734878/> (дата обращения 27.11.2019).

137. Программа комплексного развития социальной инфраструктуры города Сосновоборска Красноярского края до 2022 года: Решение Сосновоборского городского Совета депутатов от 10.12.2018 № 35/142-р). Сосновоборск, 2018. – 25 с.

138. Проект изменений в генеральный план города Ачинска: материалы по обоснованию. – СПб: ОАО «РосНИПИУрбанистика», 2013. – 311 с.

139. Производство алюминия: информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС11-2016. – М.: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – 2016. – 146 с.

140. Производство глинозема и экономические расчеты в цветной металлургии: учебное пособие / И.В. Логинова, А.А. Шопперт, Д.А. Рогожников, А.В. Кырчиков. – Екатеринбург: Издательство УМЦ УПИ, 2016. – 253 с.

141. 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.

142. Прусаков, В.М. Методология оценки риска и принятие управленческих решений в системе социально-гигиенического мониторинга. Анализ динамики риска заболеваний от воздействия факторов окружающей среды / В.М. Прусаков, М.В. Прусакова // Гигиена и санитария. – 2006. – № 1. – С. 45-49.

143. Прусакова, А.В. Оценка эпидемиологического риска заболеваемости детей от воздействия факторов среды обитания / А.В. Прусакова, В.М. Прусаков // Экология человека. – 2016. – № – 9. – С. 46-56.

144. Пульмонология. Национальное руководство. Краткое издание; под ред. А.Г. Чучалина. – М ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 800 с.

145. Развитие и размещение цветной металлургии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://poznayka.org/s3760t1.html> (дата обращения 09.08.2019).

146. Развитие социально-гигиенического мониторинга на региональном уровне / С.И. Савельев, Г.М. Трухина, В.А. Бондарев, Н.В. Нахичеванская // Гигиена и санитария. – 2016. – № 95(11). – С. 1033-1036.

147. Разработка перечня индикаторов здоровья населения в связи с состоянием окружающей среды для использования в базах данных по оценке влияния окружающей среды на здоровье: семинар ВОЗ по информационным системам в области здоровья населения в связи с состоянием окружающей среды Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Тула, 19-23 февраля 1997 г. – Режим доступа: <http://www.sci.aha.ru/ATL/ra91a.htm> (дата обращения 26.09.2019).

148. Рахманин, Ю.А. Научные проблемы совершенствования социально-гигиенического мониторинга / Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, Н.В. Русаков // Гигиена и санитария. – 2004. – № 5. – С. 4-5.

149. Рахманин, Ю.А. Концепция развития государственной системы химико-аналитического мониторинга окружающей среды / Ю.А. Рахманин, А.Г. Малышева // Гигиена и санитария. – 2013. – № 6. – С. 4-9.

150. РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнений атмосферы. – М., 1991. – 693 с.

151. Ревич, Б.А. Экологическая эпидемиология / Б.А. Ревич, С.Л. Авалиани, Г.И. Тихонова; под ред. Б.А. Ревича. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 384 с.

152. Региональные особенности состояния санитарно-эпидемиологического благополучия населенных мест Свердловской области в 2017 году Екатеринбург [Электронный ресурс]. – Екатеринбург: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Свердловской области, 2018. – 60 с. – Режим доступа: <http://www.66.rospotrebnadzor.ru/303/> (дата обращения 23.08.2019).

153. Роль оксида азота в процессах свободно-радикального окисления / А.Г. Соловьева, В.Л. Кузнецова, С.П. Перетягин, Н.В. Диденко, А.И. Дударь // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2016. – № 1(53). – С. 228-233.

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

155. Сетко, А.Г. Факторы, формирующие здоровье детского населения, проживающего на урбанизированных территориях, и оценка риска их воздействия / А.Г. Сетко, Г.И. Очнева, И.М. Сетко // Вестник ОГУ. Приложение: Биология и медицина. – 2005. – № 5. – С. 104-106.

156. Система профилактических мероприятий по управлению риском для здоровья населения, подвергающегося влиянию химически загрязненной среды обитания (на примере Свердловской области) / В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин, Б.И. Никонов, Э.Г. Плотко, С.В. Ярушин, О.Л. Малых, Ю.И. Солобоева, Е.А. Кузьмина, И.А. Плотникова, Е.П. Ваняева // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 9(246). – С. 6-10.

157. Скребцова, Н.В. Заболеваемость детей, проживающих на территориях экологического риска / Н.В. Скребцова, Ю.Б. Колчина // Бюллетень СГМУ. – 2001. – № 2. – С. 84-85.

158. Современные вопросы управления риском для здоровья / А.Ю. Попова, А.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин, А.Л. Мишина, С.В. Ярушин // Гигиена и санитария. – 2017. – № 96(12). – С. 1125-1129.

159. Содержание химических элементов в волосах детского населения мегаполиса как критерий загрязнения среды обитания / Т.К. Ларионова, И.В. Голубцова, Р.А. Даукаев, В.Л. Печерская, Г.Р. Аллаярова, М.В. Курилов // Гигиена, профпатология и риски здоровью населения: сборник трудов Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Уфа, 2016. – С. 219-225.

160. Сокович, О.Г. Предотвратимые потери здоровья при болезнях органов дыхания у детей: дисс. ... канд. мед. наук: 14.00.33 / Сокович Ольга Григорьевна. – М., 2009. – 148 с.

161. Состояние здоровья, условия жизни и медицинское обеспечение детей в России / Т.М. Максимова, В.Б. Белов, Н.П. Лушкина, Т.А. Королькова, О.Н. Гаенко, Н.А. Барабанова, Т.В. Токуров, А.Г. Роговина. – М.: ПЕР СЭ, 2008. – 367 с.

162. Социально-гигиенический мониторинг – интегрированная система оценки и управления риском для здоровья населения на региональном уровне / В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин, О.Л. Малых, С.В. Ярушин // Санитарный врач. – 2014. – № 1. – С. 29-31.

163. Социально-гигиенический мониторинг и информационно-аналитические системы обеспечения оценки и управления риском для здоровья населения и риск-ориентированной модели надзорной деятельности // С.В. Кузьмин, В.Б. Гурвич, О.В. Диконская, Б.И. Никонов, О.Л. Малых, С.В. Ярушин, Е.А. Кузьмина, Н.И. Кочнева, А.С. Корнилков // Гигиена и санитария. – 2017. – Т 96, № 12. – С. 1130-1135.

164. Социально-гигиенический мониторинг и оценка аэрогенного риска для здоровья населения крупного центра металлургии при обосновании санитарно-защитной зоны предприятия / Е.В. Коськина, В.М. Ивойлов, А.П. Михайлуц, Л.А.

Глебова, Н.Д. Богомолова, К.Г. Громов, Т.Ю. Грачева // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3. – С. 31.

165. Социально-гигиенический мониторинг на современном этапе: состояние и перспективы развития в сопряжении с риск-ориентированным надзором / Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов, Д.В. Горяев, С.В. Клейн // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 4. – С. 4-16.

166. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации до 2035 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/law/hotdocs/48053.html/> (дата обращения 17.03.2020).

167. Сухарев, А.Х. Социально-гигиенический мониторинг детей как методология целевых профилактических программ / А.Х. Сухарев, Л.Ф. Игнатова // Вопросы современной педиатрии. – 2006. – Т. 5, № 1. – С. 557.

168. Токсиколого-гигиеническая характеристика некоторых металлсодержащих наночастиц при различных способах экспозиции: бионакопление и морфофункциональные особенности воздействия / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, В.Н. Звездин, А.А. Довбыш // Актуальные гигиенические аспекты нанотоксикологии: теоретические основы, идентификация опасности для здоровья и пути её снижения: материалы Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием; под ред. д-ра мед. наук В.Б. Гурвича. – Екатеринбург: Изд-во ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, 2016. – С. 26-30.

169. 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.

170. Турбина, Е.С. Влияние загрязнения атмосферы взвешенными веществами и тяжелыми металлами на заболеваемость органов дыхания у детей / Е.С. Турбина // Здоровье населения и среда обитания. – 2012. – № 2(227). – С. 21-23.

171. Уланова, Т.С. Методические особенности определения химических соединений и элементов в биологических средах / Т.С. Уланова, Т.В. Нурисламова, Т.Д. Карнажицкая // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 1. – С. 116-122.

172. Уменьшение риска, содействие здоровому образу жизни: доклад о состоянии здравоохранения в мире, 2002 г. Общий обзор. – Женева: ВОЗ, 2002. – 16 с.
173. Урясьев, О.М. Токсические поражения органов дыхания / О.М. Урясьев, Е.Г. Чунтыжева, Ю.А. Панфилов. – М., 2015. – 97 с.
174. Флетчер, Р. Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины / Р. Флетчер, С. Флетчер, Э. Вагнер. – М.: Медиа Сфера, 1998. – 352 с.
175. Цунина, Н.М. Актуальные направления развития социально-гигиенического мониторинга и анализа риска здоровью (в контексте информирования) / Н.М. Цунина, Д.А. Молодкина // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 3. – С.75-81.
176. Часто болеющие дети / В.Ю. Альбицкий, А.А. Баранов, И.А. Камаев, М.Л. Огнева. – Н. Новгород: Издательство НГМА, 2003. – 180 с.
177. Черняк, Б.А. Клиническое значение эозинофилии при бронхиальной астме / Б.А. Черняк, И.И. Воржева // Астма и аллергия. – 2016. – № 1. – С. 2-5.
178. Чижова, В.И. Системный анализ и управление рисками для здоровья человека на основании данных автоматизированной системы мониторинга / В.И. Чижова, Н.К. Плуготаренко, П.А. Сосов // Инженерный вестник Дона. – 2012. – Т.23, № 4(2). – С. 1-4.
179. Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2019 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2019/bul_dr/mun_obr2019.rar (дата обращения 01.07.2020).
180. Чучалин, А.Г. Белая книга пульмонология / А.Г. Чучалин. – М., 2000. – 47 с.
181. Шабунова, А.А. Здоровье населения в России: состояние и динамика / А.А. Шабунова. – Вологда: ИСЭРТ РАН, 2010. – 408 с.
182. 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.

183. Шалина, Т.И. Общие вопросы токсического действия фтора / Т.И. Шалина, Л.С. Васильева // Сибирский медицинский журнал. – 2004. – № 5. – С. 5-9.

184. Штоль, А.В. Гигиеническая оценка атмосферных загрязнений в районе современного производства глинозема: дис. ... канд. мед. наук:14.02.07 / Штоль Александр Виллиевич. – Екатеринбург. – 1996. – 167 с.

185. Щербаков, К.П. Социально-гигиенический мониторинг как основа гигиенической оценки состояния среды обитания и здоровья населения / К.П. Щербаков // Гигиена и санитария. – 2002. – № 4. – С. 67-68.

186. 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.

187. 9 out of 10 people worldwide breathe polluted air, but more countries are taking action [Электронный ресурс]. – WHO, 2018. – Режим доступа: <http://www.who.int/news-room/detail/02-05-2018> (дата обращения 28.03.2019).

188. A multicentre study of air pollution exposure and childhood asthma prevalence: the ESCAPE project / A. Mölter, A. Simpson, D. Berdel, B. Brunekreef, A. Custovic, J. Cyrys, J. de Jongste, F. de Vocht, E. Fuertes, U. Gehring, O. Gruzieva, J. Heinrich, G. Hoek, B. Hoffmann, C. Klümper, M. Korek, T.A. Kuhlbusch, S. Lindley, D. Postma, C. Tischer, A. Wijga, G. Pershagen, R. Agius // Eur. Respir. J. – 2015. – № 45(3). – P. 610-624.

189. A Relational Database Structure for Linking Air Pollution Levels with Children's Respiratory Illnesses / D. Dunea, S. Iordache, M. Oprea, T. Savu, A. Pohoata, E. Lungu // Bull UASVM CN. – 2014. – 71(2). – P. 20-213.

190. 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.

191. A review of hydrofluoric acid burn management / D. McKee, A. Thoma, K. Bailey, J. Fish // Plast. Surg. (Oakv). – 2014. – V.2, № 2. – P. 95-98.

192. Acute exposure to 50 ppm toluene does not increase sleepiness / A. Muttray, U. Spelmeyer, G. Hommel, F. Oesch, D. Jung, D.-M. Rose, O. Mayer-Popken, B. Rossbach, S. Letzel // *Environ. Toxicol. Pharmacol.* – 2005. – № 19(3). – P. 665-669.

193. Air pollution and child health: prescribing clean air: summary [Электронный ресурс]. – Geneva: World Health Organization, 2018. – Режим доступа: <https://www.pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/who-275545> (дата обращения 27.11.2019).

194. Air Quality Guidelines for Europe, 2nd edition / WHO Regional Publications, European Series, 2000. – N 91. – 273 p.

195. Ambient (outdoor) air pollution [Электронный ресурс] / WHO. – 2018. – Режим доступа: [https://who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) (дата обращения 20.06.2020).

196. Assem, L. Chromium. Toxicological overview / L. Assem, H. Zhu / Institute of Environment and Health Cranfield University. – 2007. – 14 p.

197. Association of improved air quality with lung development in children / W.J. Gauderman, R. Urman, Ed. Avol, K. Berhane, R. McConnell, E. Rappaport, R. Chang, F. Lurmann, F. Gilliland // *N. Engl. J. Med.* – 2015. – V. 5. – № 372(10). – P. 905-913.

198. Associations between environmental exposures and asthma control and exacerbations in young children: a systematic review [Электронный ресурс] / S. Dick, E. Doust, H. Cowie, J.G. Ayres, S. Turner // *BMJ Journals.* – 2013. – V. 4. – Режим доступа: <http://www.bmjopen.bmj.com/content/4/2/e003827> (дата обращения 26.09.2019).

199. Asthma symptoms among Chinese children: the role of ventilation and PM10 exposure at school and home / X.J. Fan, C. Yang, L. Zhang, Q. Fan, T. Li, X. Bai, Z.H. Zhao, X. Zhang, D. Norback // *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease.* – 2017. – V. 21 (11). – P. 1187-1193.

200. ATSDR. Environmental Triggers of Asthma. – 2014 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://atsdr.cdc.gov/csem/csem.asp?csem=32&po=6> (дата обращения 26.09.2019).

201. Bansal, N. Toxic effect of formaldehyde on the respiratory organs of rabbits: A light and electron microscopic study / N. Bansal, V. Uppal, D. Pathak // *Toxicology and Industrial Health*. – 2011. – № 27(6). – P. 563-569.
202. Buka, I. The effects of air pollution on the health of children / I. Buka, S. Koranteng, A.R. Osornio-Vargas // *Paediatr. Child Health*. – 2006. – № 11(8). – P. 513-516.
203. Burden of disease from ambient air pollution for 2016. Version 2 May 2018: Summary of results [Электронный ресурс]. – Geneva: World Health Organization, 2018. – Режим доступа: <http://www.who.int/airpollution/data/en/> (дата обращения 20.05.2020).
204. Callén, M.S. Apportionment of the airborne PM10 in Spain. Episodes of potential negative impact for human health / M.S. Callén, J.M. López, A.M. Mastral // *Journal of environmental monitoring: JEM*. – 2012. – V.14, № 4. – P. 1211–1220.
205. Chen, Y. When is Enough? Minimum Sample Sizes for On-Road Measurements of Car Emissions / Y. Chen, Y. Zhang, J. Borken-Kleefeld // *Environmental Science & Technology*. – 2019. – V. 53, № 22. – P. 13284-13292.
206. 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. – V. 389. – P. 1907-1918.
207. 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. – V. 1, № 1. – P. 39-69.
208. 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.
209. 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.

210. Distributed lag associations between respiratory illnesses and mortality with suspended particle concentration in Tula, a highly polluted industrial region in Central Mexico / E. Melgar, E. Vega, L.M. Del Razo, C.A. Lucho-Constantino, S. Rothenberg, A. De Vizcaya-Ruiz // *International Archives Of Occupational And Environmental Health*. – 2013. – V. 86(3). – P. 321-332.

211. Don't pollute my future! The impact of the environment on children's health [Электронный ресурс]. – Geneva: World Health Organization, 2017. – Режим доступа: <https://www.who.int/ceh/publications/don-t-pollute-my-future/en/> (дата обращения 27.04.2020).

212. Effect of copper sulphate on the lung damage induced by chronic intermittent exposure to ozone / G.M.J. Oyarzún, R.S.A. Sánchez, D.N. Dussaubat, A. M.E. Miller, B S. González // *Rev. Med. Chil.* – 2017. – № 145(1). – P. 9-16.

213. 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, Z.J. Andersen // *Lancet*. – 2014. – Vol. 383, № 9919. – P. 785-795.

214. 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, L. Schouten, S. Bausch-Goldbohm, P. Fischer, B. Armstrong, E. Hughes, M. Jerrett, P. van den Brandt // *Res. Rep. Health Eff. Inst.* – 2009. – № 139. – P. 5-71.

215. El-Ghitany, E.M. Environmental intervention for house dust mite control in childhood bronchial asthma / E.M. El-Ghitany, M.M. Abd El-Salam // *Environ. Health Prev. Med.* – 2012. – № 17. – P.377-384.

216. Evstratova, E.S. Synergistic effects and their potential significance for the influence of natural intensities of environmental factors on cell growth / E.S. Evstratova, V.G. PetinGalina, P. Zhurakovskaya // *Synergy*. – 2018. – V. 6. – P. 1-8.

217. Exposure to ambient air pollution from particulate matter for 2016. Version 2 April 2018: Summary of results [Электронный ресурс]. – Geneva: World Health

Organization, 2018. – Режим доступа: <http://www.who.int/airpollution/data/cities/en/> (дата обращения 15.05.2020).

218. First WHO 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/ceh/publications/don-t-pollute-my-future/enhttps://www.who.int/airpollution/events/conference/en/> (дата обращения 27.04.2020).

219. Global action plan for the prevention and control of NCDs 2013-2020 [Электронный ресурс]. – Geneva: World Health Organization, 2015. – 114 p. – Режим доступа: https://www.who.int/nmh/events/ncd_action_plan/en/ (дата обращения 28.28.2019).

220. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks [Электронный ресурс] / WHO, 2009. – Режим доступа: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44203> (дата обращения 04.06.2020).

221. Goyer, R.A. Chapter 23. Toxic effects of metals / R.A. Goyer, T.W. Clarkson // Casarett and Doull's Toxicology. The Basic Science of Poisons / C.D. Klaassen ed. – New York: McGraw-Hill, 2001. – P. 811-867.

222. Guidance on grouping of chemicals: Series on testing and assessment, № 80, Environment Directorate, joint meeting of the Chemicals Committee and the Working Party on Chemicals, Pesticides and Biotechnology. ENV/JM/MONO (2007)28. – OECD, 2007. – 65 p.

223. Guidelines for drinking-water quality, 4th edition, incorporating the 1st addendum / World Health Organization. – 2017. – 631 p.

224. Health and the environment: addressing the health impact of air pollution [Электронный ресурс] / World Health Organization. World Health Assembly, 68.8. – 2015. – Режим доступа: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/253237> (дата обращения 10.07.2020).

225. Health effects of particulate matter. Policy implications for countries in eastern Europe, Caucasus and central Asia. WHO Regional Office for Europe UN City, Copenhagen, 2013. – 20 p.

226. 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, T. Reponen, A. Chen, X. Huo // *Environmental Pollution*. – 2016. – V. 210. – P. 346-353.

227. Hu, H. Exposure to metals / H. Hu // *Prim. Care*. – 2000. – № 2. – P. 983-996.

228. Hussan, S.M. The interaction of manganese nanoparticles with pc-12 cells induces dopamine depletion. /S.M. Hussan // *Toxicol. Science*. – 2006. – V. 92, № 2. – P. 456-463.

229. Hydrofluoric Acid: Burns and systemic toxicity, protective measures, immediate and hospital medical treatment / E. Bajraktarova-Valjakova, V. Korunoska-Stevkovska, S. Georgieva, K. Ivanovski, C. Bajraktarova-Misevska, A. Mijoska, A. Grozdanov // *Maced. J. Med. Sci*. – 2018. – V. 6, № 11. – P. 2257-2269.

230. Hydrogen fluoride – the protoplasmic poison / I. Makarovsky, G. Markel, T. Dushnitsky, A. Eisenkraft // *Isr. Med. Assoc. J*. – 2008. – V. 10, № 5. – P. 381-385.

231. Hydrogen Fluoride/Hydrofluoric Acid: Systemic Agent [Электронный ресурс] / Center for Disease, Control and Prevention. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). – Режим доступа: http://www.cdc.gov/niosh/ershdb/emergencyresponsecard_29750030.html (дата обращения 20.08.2019).

232. Impact of air pollution on respiratory diseases in children with recurrent wheezing or asthma [Электронный ресурс] / S. Esposito, C. Galeone, M. Lelii, B. Longhi, B. Ascolese, L. Senatore, E. Prada, V. Montinaro, S. Malerba, M.F. Patria, N. Principi // *BMC Pulmonary Medicine*. – 2014. – № 14. – Режим доступа: <https://bmcpulmed.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2466-14-130> (дата обращения 13.08.2020).

233. Impact of air pollution on the burden of chronic respiratory diseases in China: time for urgent action / W.J. Guan, X.Y. Zheng, K.F. Chung, N.S. Zhong // *Lancet*. – 2016. – V. 388. – P. 1939-1951.

234. Inheriting a sustainable world? Atlas on children's health and the environment [Электронный ресурс]. – Geneva: World Health Organization, 2017. – Режим доступа: <http://www.who.int/iris/handle/10665/254677> (дата обращения 20.07.2019).

235. Juberg, D.R. The Opportunities and Limitations of Biomonitoring [Электронный ресурс] / D.R. Juberg, J. Bus, D.S. Katz // Policy Brief. – February 2008. – Режим доступа: <https://www.mackinac.org/9249> (дата обращения 13.08.2020).

236. 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.

237. Larsen, S. Criteria for EUROAIRNET. The EEA Air Quality Monitoring and Information Network / S. Larsen, R. Sluyter // Technical Report №. 12. – Copenhagen: European Environment Agency, 1999. – 56 p.

238. Long-term effects of ambient air pollution on lung function: a review / T. Götschi, J. Heinrich, J. Sunyer, N. Künzli // Epidemiology. – 2008. – V. 19(5). – P. 690-701.

239. 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.

240. Matthias, A.D. Monitoring near-surface air quality / A.D. Matthias // Environmental monitoring and characterization. – 2004. – P. 163-181.

241. 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.

242. McGwin, Jr.G. Formaldehyde exposure and asthma in children: A systematic review/ Jr.G. McGwin, J.I. Kennedy // Environ. Health Perspect. – 2010. – V.118, № 3. – P. 313-317.

243. Methodological considerations in estimating burden of diseases from environmental risk factors at national and global levels / A. Prüss, C. Corvalán, H. Pastides, A.E.M. de Hollander // J. Occup. Environ. Health. – 2001. – № 7. – P. 58-67.

244. 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 08.27.2019).

245. Mortality and morbidity due to exposure to ambient particulate matter / M. Miri, A. Alahabadi, M.H. Ehrampush, A. Rad, M.H. Lotfi, M.H. Sheikhha, M.J.Z. Sakhvidi // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. – 2018. – № 165. – P. 307-313.

246. National Report on Human Exposure to Chemicals: National Environmental Biomonitoring Program [Электронный ресурс] / Centers for Disease Control and Prevention. – 2019. – Режим доступа: <https://www.cdc.gov/exposurereport/> (дата обращения 07.07.2020).

247. Neuberger, M. Suspended particulates and lung health / M. Neuberger, H. Moshammer // *Wien Klin Wochenschr*. – 2004. – V.116, suppl. 1. – P. 8-12.

248. Neurotoxicity of manganese oxide nanomaterials / D. Stefanescu, A. Khoshnan, P. Patterson, J. Hering // *J. Nanoparticle Research*. – 2009. – № 11(8). – P. 1957-1969.

249. Ogino, K. Biomarkers of oxidative. Nitrosative stress: an approach to disease prevention: Review / K.Ogino, D.H. Wang // *Acta Med. Okayama*, 2007. – V. 61. – P. 181-189.

250. Platform for monitoring and analysis of air quality in environments with circulation of people // P.H. Soares, J.P. Monteiro, H.F. Freitas, R.Zenko Sakiyama [et al.] // *Environmental Progress and Sustainable Energy*. – 2018. – № 6. – C. 2050-2057.

251. Pope, C.A. Acute health effects of Pm 10 pollution on symptomatic and non-symptomatic children: American Review Respiratory Diseases / C.A. Pope, D.W. Dockery. – 1992. – V. 145, № 5. – P. 1123-1128.

252. Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks / A. Prüss-Üstün, J. Wolf, C. Corvalán, R. Bos, M. Neira // WHO, 2016. – 149 p.

253. Prüss-Üstün, A. Preventing disease through healthy environments. Towards an estimate of the environmental burden of disease / A. Prüss-Üstün, C. Corvalán. – WHO, 2006. – 105 p.

254. Pulmonary alveolar proteinosis induced by hydrofluoric acid exposure during fire extinguisher testing / Y.J. Kim, J.Y. Shin, S.M. Kang, S.Y. Kyung, J.-W. Park, S.P. Lee, S.M. Lee, S.H. Jeon // *J. Occup. Med. Toxicol*. – 2015. – V. 10, № 6. – P. 1-3.

255. Quality health indices: Review / A. Gayer, Ł. Adamkiewicz, D. Mucha, A. Badyda [Электронный ресурс] // Fire and Environmental Safety Engineering: МАТЕС Web of Conferences. – Lviv, Ukraina, 2018. – Режим доступа: <http://www.doi.org/10.1051/mateconf/201824700002> (дата обращения 20.11.2019).

256. Quantifying the impact of PM_{2.5} and associated heavy metals on respiratory health of children near metallurgical facilities / D. Dunea, S. Iordache, H.-Y. Liu, T. Bøhler, A. Pohoata, C. Radulescu // Environ. Sci. Pollut. Res. – 2016. – № 23. – P. 15395–15406.

257. Rossbach, B., Biological monitoring of welders exposed to aluminium / B. Rossbach, M. Buchta, G.A. Csanády, J.G. Filser, W. Hilla, K. Windorfer, J. Stork, W. Zschiesche, O. Gefeller, A. Pfahlberg, K.H. Schaller, E. Egerer, L.C. Escobar Pinzón, S. Letzel // Toxicology Letters. – 2006. – № 162. – P. 239-245.

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. – V. 118. – P. 269-275.

259. Sexton K. Assessment of Human Exposure to Air Pollution: Methods, Measurements, and Models [Электронный ресурс] / K. Sexton, P.B. Ryan // Air Pollution, the Automobile, and Public Health. – Washington (DC): National Academies Press (US), 1988. – Режим доступа: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK218147/> (дата обращения 11.11.2019)

260. Sexton, K. Measuring chemicals in human tissues is the «gold standard» for assessing peoples exposure lo pollution / K. Sexton, L.L. Needham J.L Pirkle //American Scientist. – 2004. – Vol. 92. – P. 38-45.

261. Short-term Effect of Fine Particulate Matter on Children’s Hospital Admissions and Emergency Department Visits for Asthma: A Systematic Review and Meta-analysis / H. Lim, H.J. Kwon, J.A. Lim, J.H. Choi, M. Ha, S.-S. Hwang, W.-J. Choi // J. Prev. Med. Public. Health. – 2016. – № 49. – P. 205-219.

262. Short-term effects of particulate matter constituents on daily hospitalizations and mortality in five South-European cities: results from the MED-PARTICLES project / X. Basagana [et al.] // Environ. Int. – 2015. – № 75. – P. 151-158.

263. Spiegel, J. Environmental pollution control and prevention [Электронный ресурс] / J. Spiegel, L.Y. Maystre // Chapter 55 Environmental pollution control, Part VII The Environment in Encyclopaedia of Occupational Health and Safety 4th Edition. – Режим доступа: <http://www.ilocis.org/documents/chpt55e.htm> (дата обращения 10.11.2019).

264. State of the Art Report on Mixture Toxicity – Final report, executive summary. № 070307/2007/485103/ETU/D.1 / A. Kortenkamp, T. Backhaus, M. Faust // The School of Pharmacy University of London. – London, 2009. – 31 p.

265. Subacute intratracheal exposure of rats to manganese nanoparticles: behavioral, electrophysiological, and general toxicological effects / L. Sárközi, E. Horváth, Z. Kónya, I. Kiricsi // *Inhal. Toxicol.* – 2009. – Suppl. 1. – P. 83-91.

266. Sutton, P.R.N. Is ingestion of fluoride an immunosuppression practis? / P.R.N. Sutton // *Fluoride.* – 1992. – Vol. 25, № 3. – P. 159-160.

267. The Effects of Policy-Driven Air Quality Improvements on Children's Respiratory Health / F. Gilliland, E. Avol, R. McConnell, K. Berhane, W.J. Gauderman, F.W. Lurmann, R. Urman, R. Chang, E.B. Rappaport, S. Howland // *Res. Rep. Health Eff. Inst.* – 2017. – V. 2017. – P. 190-193.

268. The Global Impact of Respiratory Disease – Second Edition: Forum of International Respiratory Societies / Sheffield, European Respiratory Society, 2017. – 41 p.

269. The respiratory health effects of nitrogen dioxide in children with asthma / J. Gillespie-Bennett, N. Pierse, K. Wickens, J. Crane, P. Howden-Chapman // *Eur. Respir. J.* – 2011. – № 38. – P. 303-309.

270. Tomomi, G. Nitric oxide and endoplasmic reticulum stress / G. Tomomi, M. Masataka // *Arteriosclerosis, Thrombosis and Vascular Biology.* – 2006. – № 26. – P. 1439.

271. 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.

272. Toxicological Profile for Copper: U.S. Department of Health and Human Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry Division of Toxicology and Environmental Medicine. – Atlanta, GA, 2004. – 314 p.

273. 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, 2003. – Atlanta, GA. – 404 p.

274. 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.

275. 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.

276. 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.

277. Urban air quality management-A review / S. Gulia, S.M.S. Nagendra, M. Khare, I. Khanna // Atmospheric Pollution Research. – 2015. – № 6(2). – P. 286-304.

278. Vallero, D.A. Fundamentals of Air Pollution / D.A. Vallero. – 2014. – 996 p.

279. WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide: global update 2005: Summary of risk assessment [Электронный ресурс]. – 2005. – Режим доступа: <http://www.apps.who.int/iris/handle/10665/69477> (дата обращения 20.05.2020).

280. Yorifuji, Y.T. Acute exposure to fine and coarse particulate matter and infant mortality in Tokyo, Japan (2002-2013) / Y.T. Yorifuji, S. Kashima, H. Doi // The Science Of The Total Environment. – 2016. – V. 551-552. – P. 66-72.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

**Гигиенические нормативы и референтные концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе,
критические органы и системы**

Код	Название примеси	ПДК _{м.р.} мг/м ³	ПДК _{с.с.} мг/м ³	ОБУВ мг/м ³	Класс опасности	SFi	RfC, мг/м ³	Критические органы и системы	ARfC, мг/м ³	Критические органы и системы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
301	Азота диоксид	0,085	0,04	-	3	-	0,04	Органы дыхания	0,47	Органы дыхания
304	Азота оксид	0,4	0,06	-	3	-	0,06	Органы дыхания, кровь	0,72	Органы дыхания
302	Азотная кислота	0,4	0,15	-	2	-	0,04	Органы дыхания	0,09	Органы дыхания
2754	Алканы C12-C19	1,0	-	-	4	-	0,48	-	-	-
101	Алюминий оксид (в пересчете на алюминий)	-	0,01	-	2	-	0,005	Органы дыхания, масса тела	-	-
303	Аммиак	0,2	0,04	-	4	-	0,1	Органы дыхания	0,35	Органы дыхания, глаза
703	Бенз(а)пирен	-	0,0001	-	1	3,9	1×10 ⁻⁶	Развитие, рак	-	-
2704	Бензин нефтяной (в пересчете на углерод)	5,0	1,5	-	4	0,035	0,071	Органы дыхания, ЦНС, печень, почки, глаза	-	-
602	Бензол	0,3	0,1	-	2	0,027	0,03	ЦНС, репродукция, кровь, нарушение развития, ССС, иммунная система, рак	0,15	Развитие, иммунная система
402	Бутан-1-ол	200	-	-	4	-	0,62	Системное действие	-	-
1210	Бутилацетат	0,1	-	-	4	-	0,7	Органы дыхания	-	-

Продолжение Приложения А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2902	Взвешенные вещества	0,5	0,15	-	3	-	0,075	Органы дыхания	0,3	Органы дыхания, системное действие
403	Гексан	60,0	-	-	4	-	0,2	Органы дыхания, ЦНС	-	-
316	Водород хлорид	0,2	0,1	-	2	-	0,02	Органы дыхания	-	-
333	Дигидросульфид (сероводород)	0,008	-	-	2	-	0,002	Органы дыхания	0,1	Органы дыхания
123	диЖелезо триоксид	-	0,04	-	3	-	0,04	-	-	-
3174	Дикалий сульфат (калий сульфат)	0,3	0,1	-	3	-	-	-	-	-
616	Диметилбензол (Ксилол)	0,2	-	-	3	-	0,1	Органы дыхания, ЦНС	4,3	Органы дыхания, ЦНС, глаза
155	Динатрия карбонат	0,15	0,05	-	3	-	-	-	-	-
190	Дисульма триоксид	-	0,02	-	3	-	-	-	-	-
128	Кальций оксид	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-
2732	Керосин	-	-	1,2	-	-	0,01	Печень	-	-
323	Кремний диоксид аморфный (по взвеш. веществам)	-	0,02	-	3	-	0,05	Органы дыхания	-	-
2904	Мазутная зола ТЭС (в пересчете на ванадий)	-	-	-	2	-	0,00005	Органы дыхания системное действие	0,0002	Органы дыхания
143	Марганец и его соед.	0,01	0,001	-	2	-	0,00005	Органы дыхания, ЦНС	-	-
2735	Масло минеральное нефтяное	-	-	0,05	-	-	0,05	Органы дыхания, почки	-	-
410	Метан	-	-	50,0	-	-	50,0	-	-	-
621	Метилбензол (толуол)	0,6	-	-	3	-	0,4	Органы дыхания, ЦНС, нарушение развития	3,8	Органы дыхания, ЦНС, глаза

Продолжение Приложения А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
146	Медь оксид (в пересчете на медь)	-	0,002	-	2	-	0,00002	Органы дыхания, системное действие	0,1	Органы дыхания
164	Никель оксид (в пересчете на никель)	0,00	0,001	-	2	0,84	0,00002	Органы дыхания, кровь, иммунная система, ЦНС	0,003	Иммунная система, органы дыхания
150	Натрия гидроокись	-	-	0,01	3	-	0,002	Органы дыхания, болезни глаз	0,005	Органы дыхания, глаза
168	Олово оксид	-	0,02	-	3	-	0,02	-	-	-
169	Олово диоксид	-	0,02	-	3	-	-	-	-	-
405	Пентан	100	25	-	4	-	0,2	Органы дыхания, ЦНС	-	-
501	Пентилены (Амилены смесь измеров)	1,5	-	-	4	-	-	-	-	-
1401	Пропан -2-он	0,35	-	-	4	-	-	-	-	-
2930	Пыль абразивная	-	-	0,04	-	-	-	-	-	-
2907	Пыль неорганическая: SiO ₂ выше 70% (Динас и др.)	0,15	0,05	-	3	-	0,1	Органы дыхания, иммунная системы (сенсibilизация)	-	-
2908	Пыль неорганическая: SiO ₂ 70-20% (шамот)	0,3	0,1	-	3	-	0,1	Органы дыхания, иммунная системы (сенсibilизация)	-	-
2909	Пыль неорганическая: SiO ₂ менее 20% (доломит)	0,5	0,15	-	3	-	0,1	Органы дыхания, иммунная системы (сенсibilизация)	-	-
2936	Пыль древесная	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3749	Пыль каменного угля	-	-	-	3	-	-	-	-	-
2978	Пыль резинового вулканизата	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-

Окончание Приложения А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
184	Свинец и его неорг. соединения	0,001	0,0003	-	1	0,042	0,0005	ЦНС, кровь, нарушение развития, репродукция, гормональная система, почки	-	-
330	Серы диоксид	0,5	0,05	-	3	-	0,05	Органы дыхания	0,66	Органы дыхания
322	Серная кислота	0,3	0,1	-	2	-	0,001	Органы дыхания	0,1	Органы дыхания
1061	Спирт этиловый	5	-	-	4	-	100,0	ЦНС, органы дыхания	100,0	ЦНС
2750	Сольвент нефтяной	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-
337	Углерода оксид	5	3	-	4	-	3,0	Развитие, ЦНС, ССС, кровь	23,0	Развитие, ССС
328	Углерод черный (Сажа)	0,15	0,05	-	3	0,017	0,05	Органы дыхания, системное действие, зубы	-	-
2752	Уайт-спирит	-	-	1,0	-	-	1,0	ЦНС	-	-
1325	Формальдегид	0,035	0,003	-	1	0,046	0,003	Органы дыхания, иммунная система, глаза	0,048	Органы дыхания, глаза
342	Фториды газообразные хорошо растворимые (гидрофторид)	0,02	0,005	-	2	-	0,014	Органы дыхания	0,2	Органы дыхания
344	Фториды неорганические (твердые) плохо растворимые	0,03	0,01	-	2	-	0,013	Органы дыхания	0,25	Органы дыхания
203	Хром (VI)	-	0,0015	-	1	42	0,0001	Органы дыхания, рак	-	-
1061	Этанол	5,0	-	-	4	-	100,0	ЦНС, органы дыхания	100,0	ЦНС
1119	2-Этоксиэтанол	-	-	1,0	-	-	-	-	0,9	Репродукция, развитие

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)

Результаты лабораторного обследования детей г. Ачинск и г. Сосновоборск

Таблица Б.1 – Сравнительный анализ биохимических и гематологических показателей у детей группы наблюдения с показателями группы сравнения

Вид анализа	Показатель	Группа наблюдения			Группа сравнения			Анализ частот по отношению к группе сравнения, %		Межгрупповое различие (p)	
		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				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Общий анализ крови	Гемоглобин, г/дм ³	125,2±2,3	11,1	2,2	126,40±2,01	10,0	8,0	26,7	60,0	0,445	0,291
	Эритроциты, 10 ¹² /дм ³	4,36±0,08	0,0	2,2	4,40±0,07	0,0	4,0	37,8	51,1	0,448	0,618
	Цветной показатель, пг	28,51±0,35	6,7	0,0	28,52±0,28	0,0	0,0	55,6	44,4	0,969	0,089
	Лейкоциты, 10 ⁹ /дм ³	7,26±0,76	35,6	20,0	6,17±0,44	19,8	36,2	46,7	29,8	0,014	0,008
	СОЭ, мм/час	6,69±0,61	4,4	0,0	6,32±1,15	6,0	0,0	40,0	35,6	0,576	0,313
	Эозинофилы отн. число, %	3,64±0,85	33,3	0,0	2,51±0,41	27,9	0,0	57,8	42,2	0,019	0,015
	Эозинофилы абс. число, 10 ⁹ /дм ³	263,56±66,77	22,2	0,0	183,61±35,75	15,2	0,0	42,2	37,8	0,040	0,021
	Палочкоядерные нейтрофилы, %	1,26±0,221	24,3	0,0	1,0±0,012	0,0	0,0	13,0	0,0	0,022	0,021
	Сегментоядерные нейтрофилы, %	54,07±2,92	62,2	17,8	51,64±2,14	50,0	18,0	53,3	33,3	0,190	0,071
	Лимфоциты, %	34,38±3,17	17,8	66,7	38,25±1,93	20,4	51,0	33,3	55,6	0,042	0,007
	Моноциты, %	5,67±0,42	31,1	8,9	6,08±0,29	66,0	4,0	22,2	51,1	0,114	0,038
	Базофилы, %	0,47±0,18	4,4	0,0	0,10±0,002	0,0	0,0	42,2	57,8	0,000	0,161
	Ретикулоциты, %	0,39±0,03	0,0	0,0	0,41±0,03	0,0	0,0	31,1	51,1	0,323	-
	Тромбоциты, 10 ⁹ /дм ³	332,16±22,89	55,6	2,2	294,42±17,04	30,0	2,0	60,0	17,8	0,010	0,045
	Эозинофильно-лимфоцитарный индекс, у.е.	0,116±0,031	95,6	0,0	0,077±0,015	29,1	0,0	44,4	33,3	0,029	0,029
	Анизоцитоз, усл. ед.	0,0±0,0	0,0	0,0	0,04±0,056	4,0	0,0	0,0	0,0	0,163	0,163
Гематокрит (НСТ), %	35,69±0,63	0,0	0,0	38±0,802	0,0	0,0	8,9	82,2	0,000	-	

Окончание Таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Общий анализ крови	Средняя концентрация гемоглобина внутри эритроцита (MCHC), г/дм ³	347,91±2,64	0,0	0,0	329,62±4,12	0,0	30,0	95,6	0,0	0,000	0,000
	Средний объем эритроцита (MCV), фл	81,91±0,99	0,0	2,2	86,7±1,285	14,0	0,0	2,2	86,7	0,000	0,011
	Средний объем тромбоцитов (MPV), фл	7,76±0,24	4,4	91,1	8,36±0,25	12,0	72,0	11,1	73,3	0,001	0,001
	Анизоцитоз эритроцитов (RDWc), %	10,82±0,23	0,0	77,8	10,69±0,22	0,0	86,0	37,8	35,6	0,436	0,335
Назал. секрет	Индекс эозинофилии, %	5,58±1,43	17,1	0,0	2,91±1,27	6,2	0,0	36,4	43,4	0,008	0,002
Биохимический и иммуноферментный анализ крови	СРБ высокочувствительный, мг/дм ³	1,93±0,51	25,1	0,0	1,25±0,19	0,0	0,0	48,2	44,6	0,013	-
	Антиоксидантная активность, %	35,92±1,49	37,0	49,4	31,44±1,99	12,8	80,9	67,9	18,5	0,001	0,002
	Малоновый диальдегид, мкмоль/дм ³	3,36±0,13	89,3	0,0	2,44±0,15	37,0	0,0	60,3	19,8	0,0001	0,0001
	Гамма-аминомасляная кислота, мкмоль/дм ³	0,034±0,012	0,0	70,6	0,086±0,023	0,0	22,2	77,8	22,2	0,0001	0,004
	Глутаминовая кислота, мкмоль/дм ³	90,55±6,96	38,5	22,2	65,91±7,16	3,2	71,4	77,8	11,1	0,004	0,037
	Супероксиддисмутаза, нг/см ³	61,1±13,95	16,7	27,8	36,24±13,93	6,2	81,2	72,2	11,1	0,013	0,002
	Гидроперекиси липидов, мкмоль/дм ³	134,30±14,89	0,0	0,0	120,92±22,62	0,0	0,0	35,3	5,9	0,307	0,041
	IgE общий, МЕ/см ³	117,41±27,43	26,3	0,0	80,99±22,66	16,7	0,0	10,5	0,0	0,031	0,711
	IgG спец. к алюминию, у.е.	0,283±0,027	82,3	0,0	0,189±0,029	1,3	0,0	62,9	24,2	0,0001	0,0001
	IgE спец. к марганцу, МЕ/см ³	0,320±0,021	56,0	0,0	0,159±0,029	0,0	0,0	61,6	26,4	0,0001	-
IgE спец. к хрому, МЕ/см ³	0,310±0,042	42,8	0,0	0,121±0,028	0,0	0,0	67,2	20,0	0,0001	0,319	
Интерлейкин-1 бета, пг/см ³	3,477±1,734	25,0	0,0	0,541±0,213	5,0	0,0	100,0	0,0	0,001	0,208	
Иммунологический анализ крови	TNFR, %	2,296±0,731	70,0	25,0	1,637±1,14	78,9	10,5	10,0	75,0	0,047	0,050
	p53, %	2,022±0,676	60,0	35,0	1,15±0,25	21,1	63,2	60,0	25,0	0,016	0,044
	CD3+CD95+-лимфоциты, абс., 10 ⁹ /дм ³	1,173±0,201	85,0	0,0	0,809±0,155	47,4	0,0	65,0	10,0	0,005	0,007
	CD3+CD95+-лимфоциты, отн., %	43,05±4,984	90,0	0,0	32,526±4,315	84,2	0,0	70,0	10,0	0,002	0,002
	CD127-лимфоциты, абс., 10 ⁹ /дм ³	0,073±0,01	65,0	5,0	0,046±0,012	42,1	5,3	55,0	20,0	0,036	0,107
	CD127-лимфоциты, отн., %	2,51±0,649	80,0	5,0	1,878±0,214	68,4	15,8	50,0	30,0	0,012	0,125
	Vaх, %	6,739±0,735	30,0	15,0	5,305±0,443	15,8	57,9	50,0	0,0	0,004	0,005
	Vcl-2, %	2,231±0,912	45,0	20,0	1,283±0,203	26,3	47,4	40,0	5,0	0,036	0,052

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)

**Акты внедрения результатов диссертационного исследования
в практическую деятельность**

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель
министра здравоохранения
Красноярского края
М.В. Родионов
« *14* / *12* / *2020* г.



А К Т

внедрения в деятельность Министерства здравоохранения Красноярского края результатов диссертационной работы И.В. Тихоновой «Гигиеническая оценка воздействия химических компонентов производства глинозема на органы дыхания у детей для совершенствования системы социально-гигиенического мониторинга»

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе: председателя – заместителя министра здравоохранения Красноярского края М.Ю. Бичуриной и членов комиссии: начальника отдела организации педиатрической и акушерско-гинекологической помощи Г.З. Слепневой, консультанта отдела организации педиатрической и акушерско-гинекологической помощи О.А. Ярусовой удостоверяем, что результаты диссертационной работы Тихоновой Ирины Викторовны «Гигиеническая оценка воздействия химических компонентов производства глинозема на органы дыхания у детей для совершенствования системы социально-гигиенического мониторинга» используются для изучения тенденций формирования показателей первичной заболеваемости болезнями органов дыхания детского населения приоритетных территорий Красноярского края, разработки программ профилактики, направленных на устранение и предупреждение негативных последствий.

Председатель



М.Ю. Бичурина

Члены комиссии:



Г.З. Слепнева
О.А. Ярусова

Подписи заверяю:



Константинов *Бичурин* *Родионов* *Слепнев* *Ярусова*

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе ФГБОУ ВО
ПГМУ имени академика Е.А. Вагнера
Минздрава России, доктор медицинских
наук, профессор.


Н.В. Минаева

«24» сентября 2020 г.




АКТ


внедрения в учебную деятельность ФГБОУ ВО Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера Минздрава России результатов диссертационной работы И.В. Тихоновой «Гигиеническая оценка воздействия химических компонентов производства глинозема на органы дыхания у детей для совершенствования системы социально-гигиенического мониторинга»


Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе: председателя – заведующего кафедрой общей гигиены, д.м.н., профессора В.М. Ухабова, членов комиссии: зав. кафедрой гигиены медико – профилактического факультета, д.м.н., доцента Л.В. Кириченко, доцента кафедры общей гигиены, к.м.н. Т.П. Арбузовой, удостоверяем, что результаты диссертационной работы И.В. Тихоновой «Гигиеническая оценка воздействия химических компонентов производства глинозема на органы дыхания у детей для совершенствования системы социально-гигиенического мониторинга» используются в учебной деятельности кафедр при преподавании вопросов, связанных с гигиеной окружающей среды и здоровьем населения.

Председатель


В.М. Ухабов

Члены комиссии:


Л.В. Кириченко


Т.П. Арбузова

Подписи заверяю:





ФЕДЕРАЛЬНАЯ 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 Красноярскому краю
(Управление Роспотребнадзора
по Красноярскому краю)

Каратанова ул., д. 21, г. Красноярск, 660049
тел. (8-391) 226-89-50 (многоканальный),
(8-495) 380-28-43, факс (8-391) 226-90-49
E-mail: office@24.rospotrebnadzor.ru,
Web-сайт: http://24.rospotrebnadzor.ru
ОКПО 76736519, ОГРН 1052466033608,
ИНН / КПП 2466127415 / 246601001

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель Управления
Федеральной службы по надзору в
сфере защиты прав потребителей и
благополучия человека по
Красноярскому краю

Д.В. Горяев

« 08 » сентября 2020 г.

№ _____

на № _____ от _____

АКТ

внедрения в деятельность Управления Роспотребнадзора по Красноярскому краю
результатов диссертационной работы И.В. Тихоновой «Гигиеническая оценка воздействия
химических компонентов производства глинозема на органы дыхания у детей для
совершенствования системы социально-гигиенического мониторинга»

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе: председателя – заместителя руководи-
теля Управления Роспотребнадзора по Красноярскому краю М.Р. Аккерта и членов комис-
сии: помощника руководителя Н.П. Парфеновой, начальника отдела надзора за условиями
труда Р.В. Федореева удостоверяем, что результаты диссертационной работы Тихоновой
Ирины Викторовны «Гигиеническая оценка воздействия химических компонентов производ-
ства глинозема на органы дыхания у детей для совершенствования системы социально-
гигиенического мониторинга» используются для оптимизации региональной системы СГМ в
виде взаимосвязанного годовичного планирования программ наблюдения за состоянием атмо-
сферного воздуха и объема плановых проверок объектов чрезвычайно высокой категории
потенциального риска здоровью с учетом результатов анализа его реализации.

Председатель

М.Р. Аккерт

Члены комиссии:

Н.П. Парфенова

Р.В. Федореев

Подписи заверяю:

Начальник отдела надзора за условиями труда
Управления Роспотребнадзора по Красноярскому краю
16.09.2020

Отдел государственной службы и кадров
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю



УТВЕРЖДАЮ
 Директор по экологии и качеству
 АО «РУСАЛ Ачинск»

_____ А.М. Немеров
 09 _____ 2020 г.



А К Т

внедрения в деятельность АО «РУСАЛ Ачинский глиноземный комбинат»
 результатов диссертационной работы И.В. Тихоновой «Гигиеническая оценка воздействия
 химических компонентов производства глинозема на органы дыхания у детей для
 совершенствования системы социально-гигиенического мониторинга»

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе: председателя – начальника отдела экологии И.В. Губченко и членов комиссии: специалиста (по охране атмосферного воздуха) Л.Н. Архиповой, специалиста отдела экологии С.Р. Плетеной, удостоверяем, что результаты диссертационной работы Тихоновой Ирины Викторовны «Гигиеническая оценка воздействия химических компонентов производства глинозема на органы дыхания у детей для совершенствования системы социально-гигиенического мониторинга» используются для разработки и внедрения мероприятий, направленных на снижение и устранение остаточных рисков, связанных с воздействием химических веществ, представляющих опасность причинения вреда.

Председатель комиссии



И.В. Губченко

Члены комиссии:



Л.Н. Архипова



С.Р. Плетеная

Подписи заверяю:

*Руководитель направления
 Дирекция по персоналу*




О.В. Жора

УТВЕРЖДАЮ

Главный врач ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае»



[Signature]
Д.А. Ходов

[Signature] 2020 г.

АКТ

внедрения в деятельность ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае» результатов диссертационной работы И.В. Тихоновой «Гигиеническая оценка воздействия химических компонентов производства глинозема на органы дыхания у детей для совершенствования системы социально-гигиенического мониторинга»

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе: председателя – заместителя главного врача ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае» Н.А. Торотенкова, членов комиссии: заведующего отделом социально-гигиенического, радиационного мониторинга и оценки риска Т.В. Поплавской, заведующего отделом санитарно-эпидемиологических экспертиз Л.А. Коптыревой удостоверяем, что результаты диссертационной работы Тихоновой Ирины Викторовны «Гигиеническая оценка воздействия химических компонентов производства глинозема на органы дыхания у детей для совершенствования системы социально-гигиенического мониторинга» используются при реализации планов и программ социально-гигиенического мониторинга с учетом установленных приоритетных компонентов, идентифицированных как факторы причинения вреда здоровью населения в зоне влияния деятельности хозяйствующих субъектов.

Председатель

[Signature]
Н.А. Торотенков

Члены комиссии:

[Signature]
Т.В. Поплавская

[Signature]
Л.А. Коптырева

Подписи заверяю:



[Signature] Комиссия сотрудников подтверждает
Наталия Ок Т.И. Мильник З.С.

**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.

09. 2020 г.



внедрения результатов диссертационной работы И.В. Тихоновой «Гигиеническая оценка воздействия химических компонентов производства глинозема на органы дыхания у детей для совершенствования системы социально-гигиенического мониторинга»

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе: председателя – зам. директора по клинической работе, д.м.н., профессора О.Ю. Устиновой, членов комиссии: зам. директора по организационно-методической работе, д.м.н., доцента К.П. Лужецкого; зав. отделом гигиены детей и подростков, к.м.н. С.Л. Валиной удостоверяем, что результаты диссертационной работы И.В. Тихоновой «Гигиеническая оценка воздействия химических компонентов производства глинозема на органы дыхания у детей для совершенствования системы социально-гигиенического мониторинга» используются при разработке и апробации программ специализированной медицинской помощи детскому населению, проживающему на территориях санитарно-гигиенического неблагополучия, в части профилактики заболеваний органов дыхания, детерминированных воздействием химических факторов риска.

Председатель

О.Ю. Устинова

Члены комиссии:

К.П. Лужецкий

С.Л. Валина

Подписи заверяю:

Начальник ОК

ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий
управления рисками здоровью населения»

Л.Н. Гельфенбуйм

