

*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

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Пермь 2020

Работа выполнена в Федеральном бюджетном учреждении науки «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

**Научный руководитель:**

**Землянова Марина Александровна**, доктор медицинских наук, доцент.

**Официальные оппоненты:**

**Ефимова Наталья Васильевна**, доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», ведущий научный сотрудник лаборатории эколого-гигиенических исследований.

**Привалова Лариса Ивановна**, доктор медицинских наук, профессор, Федеральное бюджетное учреждение науки «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промышленных предприятий» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией научных основ биологической профилактики отдела токсикологии и биофилактики.

**Ведущая организация:** Федеральное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита состоится 22 декабря 2020 г. в \_\_\_\_ часов на заседании объединенного диссертационного совета Д 999.128.02 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, Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации (614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 26).

С диссертацией можно ознакомиться на сайте [www.fcrisk.ru](http://www.fcrisk.ru) ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» и в библиотеке ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России (614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 26), с авторефератом на сайтах [www.fcrisk.ru](http://www.fcrisk.ru) и [www.vak.minobrnauki.gov.ru](http://www.vak.minobrnauki.gov.ru).

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доктор медицинских наук, доцент

**Землянова Марина Александровна**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность темы исследования

Задача сохранения демографического потенциала как основы воплощения политики структурной модернизации экономики и социально-экономического развития страны актуализирована в перечне первоочередных в контексте Концепции демографической политики России (2016), Указов Президента Российской Федерации «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» (2018) и «О национальных целях развития Российской Федерации до 2030 года» (2020). Особая роль при этом отводится сохранению здоровья детей, что подчеркнуто в специальном указе Президента Российской Федерации и 2018-2027 годы объявлены Десятилетием детства (2017).

К ключевым механизмам реализации национальных приоритетов развития государства в области охраны здоровья и повышения качества жизни детей относится деятельность 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 (А.Ю. Попова, 2012-2019; Г.Г. Онищенко, 2005-2016; Н.В. Зайцева, 2008-2020; Ю.А. Рахманин, 2002-2013).

Значительные уровни загрязнения атмосферы стабильно фиксируются в ряде регионов и муниципалитетов России с функционированием крупных градообразующих субъектов хозяйствования ведущих отраслей промышленности, к числу которых относится производство глинозема. Процесс базируется на технологии полного цикла и сопровождается выделением в атмосферу значительных масс выбросов широкого спектра пылегазовых примесей, в том числе взвешенных веществ, бенз(а)пирена, соединений алюминия, никеля, марганца, хрома, фтора, ароматических углеводородов. В атмосферном воздухе селитебной застройки постоянно регистрируется высокая доля проб (до 50 %), превышающих гигиенические нормативы (от 5 до 12 ПДКс.с.), что в 5-17 раз выше относительно среднероссийских показателей (А.В. Штоль, 1996; Ю.Б. Дворецкая, 2007; Т.И. Шалина, 2009; Д.В. Горяев, 2018). Формирование значительных гигиенических проблем в части неудовлетворительного качества атмосферного воздуха по содержанию загрязняющих веществ преимущественно 1-2 классов опасности с высокой потенциальной опасностью одностороннего повреждающего действия на органы дыхания при аэрогенном поступлении обуславливает высокие риски потерь здоровья, в том числе в виде причиненного вреда (Н.А. Долгушина и соавт., 2017; Н.В. Зайцева, 2010-2019; И.В. Май, 2013-2019; Л.И. Привалова, 2012-2019).

Большая часть случаев заболеваний органов дыхания приходится на детский возраст от 0 до 14 лет (от 58 до 65 % от общего количества патологий данной системы у населения в целом), как наиболее подверженный аэрогенному воздействию загрязняющих веществ. Это положение подчеркивается экспертами ВОЗ даже при низких уровнях экспозиции (WHO, 2005-2017). В динамике за последние три года в России количество дополнительных случаев хронической бронхитальной астмы и бронхита, ассоциированных с загрязнением атмосферного воздуха, выросло в 1,7-2,2 раза, а в регионах с размещением глиноземных производств

– в 2,5-3,5 раза (до 100 дополнительных случаев в год на 100 тысяч детей) (Е.В. Коськина с соавт., 2012; Л.С. Намазова-Баранова с соавт., 2014; О.Ю. Милушкина, 2013-2018).

Обозначенная проблема в условиях значительного загрязнения атмосферного воздуха и связанных с ним рисков причинения вреда здоровью приобретает особую значимость и диктует необходимость повышения объективизации анализа и точности проводимых оценок причинно-следственных связей в системе «среда – здоровье» для увеличения адекватности политики смягчения последствий (А.Г. Сетко с соавт, 2013; Р.В. Бузинов, 2014; Н.В. Ефимова, 2013-2020; С.В. Клейн, 2018; В.М. Боев, 2010-2017; С.В. Кузьмин, 2004-2017). Обеспечение решения данных задач наиболее эффективно может быть достигнуто применением результатов доказанного фактически причиненного вреда. К числу результативных механизмов эффективного достижения целевых показателей для обеспечения нормативного качества атмосферного воздуха и осуществления адекватных регулирующих мер в рамках реализации функций и полномочий Роспотребнадзора относится повышение точности и информативности получаемых исходных данных, а наиболее эффективным инструментом является актуализация системы социально-гигиенического мониторинга, в том числе муниципального уровня, на основе усовершенствования научно-методических подходов к обеспечению ее деятельности.

**Степень разработанности темы исследования.** Разработанные научно-методические подходы, направленные на решение практических задач, стоящих перед системой СГМ в части повышения эффективности мониторинговых наблюдений за состоянием атмосферного воздуха в зоне влияния выбросов крупных хозяйствующих субъектов и установления причинной связи с развитием заболеваний критических органов-мишеней, активно внедряются в отдельных регионах и муниципальных образованиях РФ (В.Б. Гурвич, 2010, 2014-2016; С.А. Горбанев, 2012; Р.В. Бузинов, 2014; Д.В. Горяев, 2018). Основными действиями при этом являются: унификация и стандартизация выбора точек лабораторного контроля, развитие методов и критериев оптимизации программ наблюдений (Г.Г. Онищенко, 2002; Е.И. Игонин, 2016; С.И. Савельев и соавт., 2016); регуляция периодичности проведения замеров контролируемых химических веществ (С.Е. Першин, 2005; Н.В. Зайцева и соавт., 2013-2019); определение приоритетов с учетом изменений технологий производства и реализации организационно-технических мероприятий, специфики сложившейся санитарно-гигиенической ситуации и потенциальных угроз здоровью населения конкретной территории (П.Ф. Кику, 2015; E.S. Evstratova, 2018; P.H. Soares, 2018). Постоянно происходит совершенствование теоретических основ концепции оценки риска, ориентированной на активное использование результатов СГМ, как базовой методологии управления санитарно-эпидемиологической ситуацией (Ю.А. Рахманин и соавт, 2002; Г.Г. Онищенко, 2004-2007; WHO, 2005-2017; А.Ю. Попова, 2017, А.В. Мельцер, 2017). Осуществлено активное внедрение современных возможностей и ресурсного обеспечения химико-аналитического контроля, в частности, методов биомониторинга, на основе которых расширяются возможности идентификации источников потенциальных опасностей здоровью, обоснованных критериев безопасных уровней воздействия, вследствие чего повышается достоверность устанавливаемых си-

стемных причинно-следственных связей «среда – здоровье» (К. Sexton, 2004; D.R. Juberg et al, 2008; Л.Г. Лисецкая, 2016; Т.К. Ларионова, 2016; Т.С. Уланова, 2012-2019). Интеграция инновационных методов информационно-аналитического обеспечения (ГИС-технологии, программные продукты) позволила совершенствовать подходы к пространственному анализу ситуации одновременно по множеству взаимосвязанных параметров качества атмосферы и здоровья (К. Sexton, 2004; И.В. Май с соавт. 2012-2019; А.В. Киселев, 2017). 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 здоровью (Н.В. Зайцева, 2016).

Вышесказанное свидетельствует о необходимости разработки научно-методических подходов к актуализации системы СГМ муниципального уровня для задач объективизации анализа причинно-следственных связей между воздействием факторов атмосферного воздуха и состоянием здоровья населения, на основе сопоставительного критериального анализа информативных показателей риска и фактически причиненного вреда здоровью, что является необходимым для развития и совершенствования 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 целью исследования поставлены следующие **задачи**:

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.** Теоретическая значимость результатов исследования обоснована представленными к защите положениями, расширяющими и углубляющими знания в области гигиены о закономерностях проявлений болезней органов дыхания по определенному спектру нозологических форм; об особенностях реализации рисков здоровью, заключающихся в модификации этиопатогенетического механизма развития заболеваний органов дыхания (специфическая сенсibilизация к химическим аллергенам, окислительно-антиоксидантный и нейромедиаторный дисбаланс, активация апоптоза и клеточно-гуморального звеньев иммунитета). Подтверждена гипотеза, что одновременное воздействие комплекса химических факторов аэрогенной экспозиции из класса тяжелых металлов и органических соединений, детерминирует причинение вреда различной степени тяжести. Разработана критериальная основа приоритизации системы показателей для объективизации анализа причинно-следственных связей между воздействием факторов атмосферного воздуха и состоянием здоровья населения.

*Практическая значимость работы* заключается в научно обоснованной оптимизации системы СГМ муниципального уровня. Актуализация показателей мо-

нитинга основана на количественных характеристиках показателей фактически причиненного вреда здоровью хозяйствующим субъектом по производству глинозема чрезвычайно высокой категории потенциального риска при нарушении обязательных требований санитарного законодательства. Конкретизирована зона 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 приоритетных видов ответов в виде конкретных заболеваний органов дыхания у подверженного детского населения. Предложены санитарно-гигиенические и медико-профилактические мероприятия, направленные на снижение и устранение последствий причинения вреда здоровью на индивидуальном и групповом уровне с учетом установленной и формализованной системы взаимосвязанных факторов экспозиции с биомаркерами экспозиции и эффекта, результатов экономической оценки эффективности.

**Методология и методы исследования.** Методология подчинена единому алгоритму и объединяет адекватные современные методы, обеспечивающие объективность и воспроизводимость полученных результатов. В работе использован комплекс гигиенических, с элементами инструментальных, эпидемиологических, социологических, статистических, системных аналитических методов исследований; анализ риска причинения вреда здоровью, его пространственное распределение и эволюция при воздействии аэрогенного химического фактора, связанного с нарушением требований санитарного законодательства; методов углубленных клиничко-функциональных, лабораторных (биохимических, общеклинических, иммунологических), химико-аналитических исследований для доказательства причинения вреда; методов математического моделирования причинно-следственных связей, оценки экономических потерь.

#### **Положения, выносимые на защиту**

1. 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.

2. 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 мониторироваться в системе социально-гигиенического мониторинга.

3. 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 потенциального риска и фактически причиненного вреда здоровью.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Диссертационная работа выполнена в рамках научно-исследовательской работы в соответствии с планом основных мероприятий ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» на 2018 год, ее результаты вошли в отчет по НИР ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (номер государственного учета НИР АААА-Б19-219012290082-6).

Материалы основываются на открытых проверяемых данных. Представленные постановки задач исследования, алгоритмы и методы решения соответствуют основным положениям системного анализа в доказательной медицине. В ходе выполнения работы использованы современные способы сбора и обработки информации, включающие процедуры математического моделирования причинно-следственных связей, проверки статистических гипотез, исследования биологического правдоподобия результатов. Степень достоверности полученных результатов и выводов определяется объемом гигиенических оценок и эпидемиологических исследований (2 территории Красноярского края, 20,68 тыс. детей 4-17 лет, 14 классов неинфекционных болезней, в том числе в разрезе класса болезней органов дыхания 8 нозологий, более 25 показателей качества объектов окружающей среды), длительным периодом наблюдения (2012–2018 гг.), репрезентативностью выборочных данных при углубленных эпидемиологических исследованиях (275 человек, 3300 элементоопределений в биосредах, 19250 исследований по 44 лабораторным и 26 функциональным показателям), воспроизводимостью результатов.

**Результаты работы 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» (Москва, 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» (С.-Пб, 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 заслушана и апробирована на расширенном заседании научных отделов: системных методов санитарно-гигиенического анализа и мониторинга, анализа рис-

ка для здоровья, математического моделирования систем и процессов, гигиены детей и подростков, химико-аналитических методов исследований, биохимических и цитогенетических методов диагностики, иммунобиологических методов диагностики ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровья населения» (Протокол № 1 от 25.09.2020 г.).

**Внедрение результатов исследования.** Результаты диссертационной работы 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 выполнении отраслевой научно-исследовательской программы «Гигиеническое научное обоснование минимизации рисков здоровью населения России» на 2016–2020 гг.», региональных программ по охране здоровья 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, обосновании методических подходов к исследованию; проведении сбора и аналитического обобщения первичных материалов; в статистической обработке результатов гигиенических, эпидемиологических, клинико-функциональных и лабораторных исследований; в анализе и интерпретации полученных данных; в формулировании основных положений, выводов и разработке практических рекомендаций; в апробации результатов исследования и подготовке основных публикаций по выполненной работе. Доля личного участия автора в формировании цели, задач работы, планировании ее разделов, организации исследований и анализе результатов составила более 80 %.

**Публикации.** Результаты исследования полностью отражены в научных публикациях. Опубликовано 17 работ, в том числе 8 статей в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России для публикации основных научных результатов диссертаций, 1 патент РФ на промышленный образец.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 240 листах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, главы материалов и методов, четырех глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, включающего 280 источников, из них 186 отечественных и 94 иностранных авторов, 2 приложений. Работа иллюстрирована 50 таблицами, 11 рисунками.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность и степень разработанности темы исследования, сформулированы цель и задачи работы, основные положения, показана научная новизна, теоретическая и практическая значимость, методология, материалы и методы исследования, выносимые на защиту, степень достоверности и результаты апробации исследования, практический выход, представлены личный вклад автора, публикации, структура и объем диссертации.

**В первой главе** приведен аналитический обзор отечественных и зарубежных публикаций, касающихся гигиенических проблем формирования химического загрязнения объектов среды обитания (атмосферного воздуха, почв, поверхностных и питьевых вод) в связи с хозяйственной деятельностью субъектов по производству глинозема. Дана характеристика современных тенденций заболеваемости болезнями органов дыхания у детей в регионах с размещением хозяйствующих субъектов по производству глинозема и ее оценка в рамках СГМ. На основе эпидемиологических исследований ряда авторов показана специфика возникновения и течения наиболее распространенных неинфекционных заболеваний органов дыхания при аэрогенном воздействии загрязнений, связанных с деятельностью по производству глинозема. Раскрыто современное состояние системы социально-гигиенического мониторинга, свидетельствующее о поэтапном развитии методов и подходов к совершенствованию контроля качества атмосферного воздуха для осуществления динамического наблюдения за гигиенической ситуацией. Для повышения эффективности деятельности по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия показана необходимость актуализации СГМ по критериям причиненного вреда здоровью для задач объективизации анализа причинно-следственных связей между воздействием факторов атмосферного воздуха и состоянием здоровья населения в зоне влияния компонентов выбросов крупного производства глинозема.

**Во второй главе** представлены материалы, методы и объемы исследований. Используемые методы ориентированы на исследование системы причинно-следственных связей причиненного вреда здоровью с воздействием аэрогенного химического фактора для актуализации системы СГМ, функционирование которой направлено на митигацию негативных последствий.

*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 параметры загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы, пищевых продуктов, риска и его пространственного распределения, состояния индивидуального и популяционного здоровья детского населения, причинно-следственных связей для оценки реализации риска в виде причиненного вреда здоровью; анкеты, карты специализированного клинического осмотра, протоколы функционального, общеклинического, биохимического, иммунологического, химико-аналитического исследования, пробы биосубстратов (кровь, моча, назальный секрет, буккальный эпителий).

Характеристика производства глинозема как источника влияния на состояние объектов среды обитания в селитебной застройке представлена на примере деятельности крупного хозяйствующего субъекта АО «РУСАЛ Ачинский Глиноземный Комбинат» (АО «РУСАЛ Ачинск») и выполнена на основании анализа технологических инструкций (ТИ 06-2015, 07-2015, 04-2016, 05-2016, 456.30.01-2017, 456.30.38-2018). Гигиенический анализ состояния объектов среды обитания г. Ачинск выполнен по данным ФБУЗ «ЦГиЭ в Красноярском крае» в рамках СГМ, УГМС и Минприроды Красноярского края за период 2012–2018 гг., натурных исследований ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» в 2017 году. Качество атмосферного воздуха в селитебной застройке оценивали по данным 4 постов наблюдения и 5 маршрутных точек контроля (16 веществ, 514 185 проб, 50 среднесуточных проб взвешенных веществ на морфометрический и химический состав); воды системы ЦХПВ – 210 точек контроля (10 веществ, 1 725 проб); почвы – 18 точек контроля (7 веществ, 619 проб), пищевых продуктов (2 вещества, 1833 пробы). Результаты оценивали в соответствии с ГН 2.1.6.3492-17, ГН 2.2.5.1315-03, ГН-2.1.7.2041-06, СанПиН-2.3.21078-01. Идентификация потенциальной опасности компонентов выбросов от 196 источников выбросов АО «РУСАЛ Ачинск» (по форме 2ТП-воздух, 2017 г.) и оценка рисков здоровью выполнены в соответствии с Руководством Р 2.1.10.1920-04. Для определения численности и возрастной структуры детей в зоне неприемлемого риска ( $HI > 1$ ) использовали пространственно-временное моделирование распространения загрязнений в приземном слое атмосферы при длительном поступлении на основе программы УПРЗА «Эколог 3.0», «Эколог-средние» (расчет в 6 630 точках сетки на площади 258,72 км<sup>2</sup> векторной карты города)<sup>1</sup>.

Заболеваемость детского населения г. Ачинск оценивали по общей и впервые выявленной заболеваемости (14 классов болезней, в разрезе класса болезней органов дыхания 8 нозологий, по данным формы № 12) за 2014–2018 гг. и выкопированных данных о фактической обращаемости за медицинской помощью. Адресное геокодирование точек проживания детей с привязкой реестра случаев обращаемости к карте города с помощью пространственного пересечения выполнено с использованием ArcGIS 9.3. Оценку связи болезней органов дыхания с аэрогенным воздействием химического фактора проводили в ходе эпидемиологического

---

<sup>1</sup> 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».

исследования по расчету отношения шансов (OR) и 95%-ному доверительному интервалу (Р. Флетчер, 1998). При  $OR > 1$  и нижней границе  $DI > 1$  связь считали достоверно установленной.

Оценка причинения вреда здоровью и его степень тяжести, детерминированного воздействием аэрогенного химического фактора, выполнена по результатам углубленных обследований детей (в период февраль-август 2017 г.) 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» и 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). Скрининговым медицинским обследованием охвачено 224 ребенка из г. Ачинск (группа наблюдения) и 54 ребенка из г. Сосновоборск (группа сравнения) Красноярского края в возрасте 4–7 лет<sup>2</sup>. Группы детей сопоставимы по возрастным-гендерным показателям, гигиеническим условиям проживания, образу жизни, качеству и рациону питания, социально-экономическому уровню семьи. Обследование выполнено с обязательным соблюдением этических принципов Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (1964, 2008); согласовано с этическим комитетом ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (Протокол № 1 от 22.03.2017). От каждого представителя обследованного ребенка получено информированное согласие на проведение исследований. Химико-аналитическое исследование содержания в крови алюминия, ванадия, марганца, никеля, хрома, меди, о-, п-, м-ксилолов, толуола, формальдегида, в моче фторид-иона и алюминия) выполнено методами газовой и ВЭЖ-хроматографии, ISP-MS, ион-селективной потенциометрии (всего 3 300 элементоопределений<sup>3</sup>) 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, СТOM25-2016. Результаты оценивали относительно референтных уровней (Н. Тиц, 2003), показателей группы сравнения. Исследование биохимических, иммунологических, гематологических показателей (12 100 исследований по 44 показателям) выполнено унифицированными методами<sup>4</sup> (В.В. Меньшиков, 1987; Л. Йегер, 1990) с помощью биохимического (Konelab 20, ThermoFisher, Финляндия), иммуноферментного (Infinite F50, Tecan, Австрия), гематологического (AcT5diff AL, Beckman Coulter Inc., США, Франция) анализаторов, проточного цитофлуориметра (FACSCalibur, Becton Dickinson and company, США). Результаты оценивали относительно физиологической нормы, показателей группы сравнения. Функциональное состояние органов дыхания оценивали методом риноманометрии (система риноманометрии «SRE 2000» с датчи-

<sup>2</sup> 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».

<sup>3</sup> 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».

<sup>4</sup> 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».

ком Rhinostream; Interacoustics A/S, Дания), спирометрии (спирометр «Schiller PS spirometry» с датчиком SP-260 (Schiller AG, Швейцария) (7 150 исследований по 26 показателям<sup>5</sup>). Для расчета должных значений применяли нормативные стандарты для детей по Knudsen. Клиническое обследование и постановка диагнозов по МКБ-10 выполнены в соответствии с действующими протоколами и алгоритмами клинической диагностики.

Статистическая обработка результатов выполнена с учетом характера распределения массива данных, оцениваемого по критерию Колмогорова-Смирнова, параметрическими методами статистики (случайные величины анализируемых показателей соответствовали закону нормального распределения). Рассчитывали статистические характеристики: среднее значение и ошибка репрезентативности ( $M \pm m$ ); стандартное отклонение ( $\delta$ ); доля проб с изменением показателя выше и/или ниже относительно физиологической нормы или показателя группы сравнения, двухвыборочный критерий Стьюдента ( $t \geq 2$ ) при оценке статистической достоверности ( $p$ ) межгрупповых различий, критерий Фишера ( $F > 3,96$ ) при оценке различия дисперсий при заданном критерии значимости  $p \leq 0,05$ . Применяли программный комплекс Statistika 6.0 и самостоятельно разработанное программное обеспечение, совместимое с MS Excel<sup>6</sup> (С. Гланц, 1998). Построение математических моделей причинно-следственных связей выполнено в системе «аэрогенная экспозиция потенциально опасных химических веществ – биомаркеры экспозиции – биомаркеры негативного эффекта – негативный ответ». Биомаркеры экспозиции обосновывали на основании установленных достоверных связей аэрогенной экспозиции с концентрацией вещества в крови/моче с помощью построения модели линейной регрессии. Связь вероятности развития негативного ответа в виде заболеваний органов дыхания у детей (по данным обращаемости за медицинской помощью) с экспозицией (доза вещества из атмосферного воздуха) и биомаркерами экспозиции, а также биомаркеров экспозиции (повышенное содержание веществ в биосредах) с биомаркерами неканцерогенных эффектов (отклонение лабораторных и функциональных показателей) устанавливали на основании построения моделей логистической регрессии. 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. Экономическая оценка потерь от заболеваемости детского населения г. Ачинск болезнями органов дыхания выполнена по данным ФОМС за 2017 год в целом по классу заболеваний в соответствии с методологией 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).

**В третьей главе** представлена гигиеническая оценка влияния хозяйственной деятельности субъекта по производству глинозема на состояние объектов среды

<sup>5</sup> Исследования выполнены в отделении функциональных методов диагностики (зав. отделением Ю.А. Ивашова) ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

<sup>6</sup> Исследования выполнены в отделе математического моделирования систем и процессов (зав. отделом, к.т.н. Д.А. Кирьянов).

обитания, выполненная на примере АО «РУСАЛ Ачинск». Показано, что в период 2012-2018 гг. при нарушении обязательных требований санитарного законодательства формируются существенные превышения гигиенических нормативов в атмосферном воздухе жилой застройки от 1,2 до 43,6 ПДКс.с. азота оксида, азота диоксида, серы диоксида, формальдегида, алюминия, марганца, фторидов газообразных, взвешенных веществ (Таблица 1), представленных преимущественно частицами PM<sub>2,5</sub> неправильной формы и сложного химического состава (оксиды кремния, алюминия, хрома, марганца, никеля, титана (Рисунок 1).

Таблица 1 – Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха г. Ачинск

Загрязняющее вещество	Данные ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае» (среднее за 2012-2018 гг.)		Данные ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (среднее за 2017 г.)	
	доли ПДКс.с.	доли ПДКм.р.	доли ПДКс.с.	доли ПДКм.р.
Азота диоксид	<b>30,00</b>	<b>8,4</b>	-	-
Алюминий	<b>1,16</b>	-	<b>3,06</b>	-
Ванадий	-	-	0,03	-
Взвешенные вещества	<b>43,60</b>	<b>10,4</b>	<b>5,59</b>	<b>1,86</b>
Взвешенные частицы PM <sub>10</sub>	0,89	0,4	<b>8,92</b>	<b>1,78</b>
Взвешенные частицы PM <sub>2,5</sub>	<b>1,38</b>	0,6	<b>3,11</b>	0,68
Ксилол	-	1,0	-	<b>4,32</b>
Марганец	0,26	-	<b>1,12</b>	0,11
Медь	0,03	-	0,44	-
Никель	0,03	-	0,03	-
Сероводород	-	0,6	-	0,63
Серы диоксид	<b>3,60</b>	0,4	-	-
Толуол	-	-	-	<b>3,04</b>
Формальдегид	<b>20,80</b>	<b>4,2</b>	-	-
Фториды газообразные	<b>8,25</b>	<b>4,9</b>	<b>8,25</b>	<b>4,93</b>
Хром (VI)	0,52	-	0,06	-

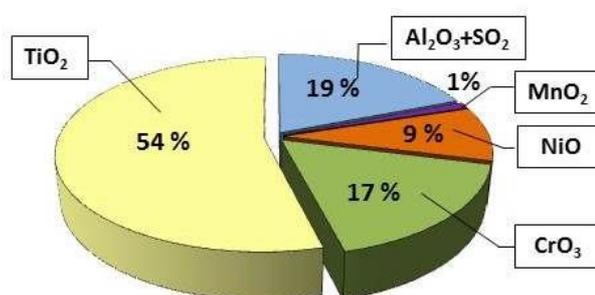
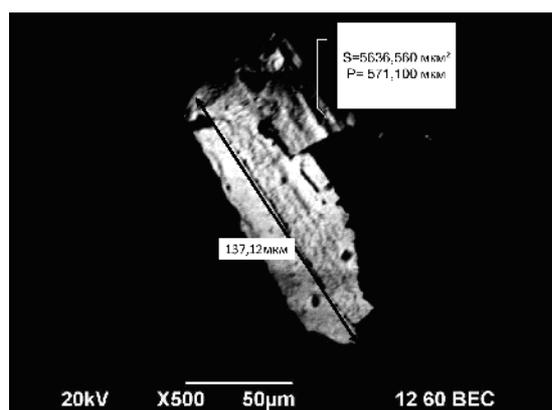


Рис.1. Пример формы и химического состава взвешенных частиц

От 1,8 до 10,4 ПДКм.р. регистрируются превышения 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 атмосфер-

ный воздух. Вещества при комбинированном аэрогенном поступлении обладают высокой потенциальной опасностью однонаправленного повреждающего действия на органы дыхания при отсутствии таковой при поступлении с питьевой водой.

Ненадлежащее качество атмосферного воздуха формирует аэрогенную экспозицию, количественный уровень и пространственное распределение которой обуславливает риск развития заболеваний органов дыхания. В зоне экспозиции проживает порядка 15 тысяч детского населения.

В четвертой главе показано, что аэрогенная экспозиция, связанная с хозяйственной деятельностью крупного субъекта по производству глинозема, является источником риска причинения вреда здоровью подверженного населения. Оценка риска здоровью подверженных экспозиции детей 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 (Рисунок 2, 3).

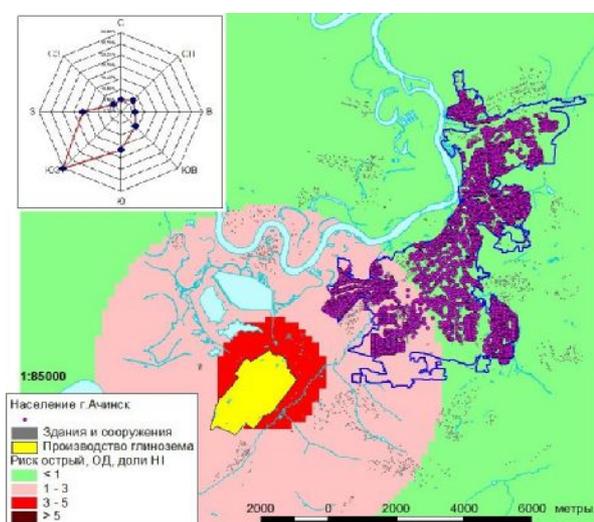


Рис. 2. Зона экспозиции, формирующей неканцерогенный острый риск развития заболеваний органов дыхания

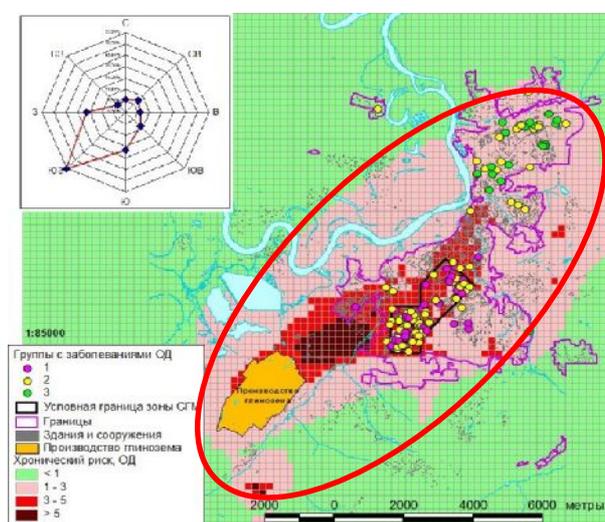


Рис. 3. Зона экспозиции, формирующей неканцерогенный хронический риск развития заболеваний органов дыхания

Ранжированный перечень факторов риска включает 19 веществ, характеризующихся однонаправленностью повреждающего действия на органы дыхания: взвешенные вещества, в том числе PM10 и PM2,5, медь, формальдегид, марганец, алюминий, азота оксид и азота диоксид, серы диоксид, фториды газообразные, ксилол, толуол, натрия гидроксид, никель, пыль неорганическая с SiO<sub>2</sub> 20-70 %, хром (VI), углерод черный, ванадий (V) (вклад в HI 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 указанных рисков является хозяйствующий субъект по производству глинозема, относящийся к 1 категории (чрезвычайно опасное) по потенциальному риску причинения вреда здоровью.

При сохраняющейся аэрогенной экспозиции идентифицированных факторов риска прогнозируется нарастание дополнительного риска нарушений функций органов дыхания у населения в возрасте от 23 лет.

**В пятой главе** в результате углубленных исследований в зоне аэрогенной экспозиции, формирующей риск развития заболеваний органов дыхания, показано, что у экспонированных детей среднее содержание в крови марганца, никеля, хрома, меди, в моче – алюминия и фторид иона от 1,2 до 4,5 раза превышало референтные уровни и показатели группы сравнения (Таблица 5). Кроме этого, в крови идентифицированы формальдегид, ксилол, концентрации которых в 1,4-2,8 раза превышали показатели группы сравнения. Частота регистрации проб с повышенным содержанием изучаемых веществ составила от 32,0 % до 100,0 % случаев от общего количества исследованных проб. В зоне максимальной экспозиции концентрации веществ в биосредах увеличиваются до 1,5 раз. Связь с экспозицией доказана для алюминия, марганца, никеля, хрома, меди, ксилола, фтора, формальдегида ( $0,14 \leq R^2 \leq 0,39$ ,  $p=0,0001-0,04$ ).

Таблица 5 – Результаты исследования содержания химических веществ, тропных к органам дыхания, в биосредах детей

Показатель	Среднее значение ( $M \pm m$ ), мг/дм <sup>3</sup>		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	<b>0,002</b>
	Ванадий	0,00008±0,00003	0,00004±0,00001	2,0	100,0	<b>0,034</b>
	Марганец	0,015±0,001	0,010±0,001	1,5	32,0	<b>0,048</b>
	Медь	0,858±0,025	0,735±0,070	1,2	68,3	<b>0,002</b>
	Никель	0,004±0,0005	0,002±0,0007	2,0	38,6	<b>0,003</b>
	Хром	0,004±0,0003	0,0035±0,0002	1,1	52,0	<b>0,040</b>
	Формальдегид	0,056±0,009	0,040±0,007	1,4	44,7	<b>0,041</b>
	О-ксилол	0,0028±0,0002	0,0011±0,0002	2,6	52,8	<b>0,010</b>
	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	<b>0,0001</b>
	Фторид-ион	0,588±0,077	0,373±0,078	1,6	62,8	<b>0,0001</b>

Особенностями нарушений состояния здоровья детей с повышенным содержанием токсичных веществ в биосредах являлись повышенная частота хронических болезней органов дыхания (в 2,5 раза чаще относительно группы сравнения), в том числе болезни с аллергическим компонентом (в 2,1 раза), лимфопролиферативного и воспалительного характера (в 6,6 раза). Вклад химического фактора составил от 1,7 до 52,8 % ( $0,19 \leq R^2 \leq 0,48$ ,  $p=0,0001$ ). Выявлены 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 связанные с повышенным содержанием в крови марганца, хрома, никеля, формальдегида и в моче алюминия ( $-3,55 \leq b_0 \leq 0,85$ ,  $2,45 \leq b_1 \leq 325,41$ ;  $R^2=0,15-0,64$ ;

$p=0,0001$ ). Установлены более частые и выраженные 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 Al, IgE специфических к Mn и Cr), 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<sup>-</sup>- лимфоцитов, p53, интерлейкина-1бета) и избыточной клеточной гибели (до 5,0 раз чаще и в 1,3-1,7 раза больше уровень внутриклеточного белка Bax и антиапоптотического белка bcl2, TNF-рецептора, CD3<sup>+</sup>CD95<sup>+</sup>-лимфоцитов). Установленные связи с повышенным содержанием в крови марганца, хрома, никеля, меди, формальдегида, о-ксилола, в моче фторид-иона, алюминия ( $-0,07 \leq b_0 \leq 4,5$ ,  $1,15 \leq b_1 \leq 405,36$ ;  $R^2=0,12-0,81$ ;  $p=0,0001$ ) позволили обосновать 16 маркеров негативных эффектов, этиопатогенетически отражающих формирование заболеваний органов дыхания при аэрогенном воздействии химических факторов риска.

Анализ системы последовательных причинно-следственных связей от источника выбросов загрязняющих веществ, тропных к органам дыхания, до факта состоявшегося хронического заболевания, впервые позволил определить обязательные гигиенические и медико-биологические квалифицирующие признаки (показатели и критерии) фактически причинного вреда здоровью, детерминированного воздействием аэрогенного химического фактора (Таблица 6).

Применение предложенных обязательных квалифицирующих признаков позволило доказать факты причинения вреда здоровью в виде развития заболеваний органов дыхания, детерминированных воздействием аэрогенного химического фактора. Так, в репрезентативной выборке экспонированных детей доказан вред в 25 % случаев, из них с легкой тяжестью – в 29 % случаев и средней тяжестью – в 71% случаев. Факторами причинения вреда являются марганец, медь, алюминий, о-ксилол, фтор, никель, формальдегид, хром шестивалентный с вкладом от 9 до 53 %. У 65 % детей выявлены ассоциации ХЗОД с аэрогенным воздействием взвешенных веществ, толуола, ванадия, азота оксида, азота диоксида, углерода черного, серы диоксида, пыли кремний содержащей. Вклад веществ составляет от 12 до 50 %. Связь заболевания с воздействием аэрогенного химического фактора не установлена у 10 % детей. Экономические потери в производстве ВВП от реализации дополнительных случаев заболеваний органов дыхания, детерминированных и ассоциированных с воздействием аэрогенного химического фактора (более 640 случаев в год), составляют более 28 млн руб. в год.

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 в информативности показателей. Впервые дана качественная и количественная детализация существующей ситуации, основанной на фактических данных причиненного вреда здоровью на индивидуальном уровне.

Таблица 6 – Обязательные медико-биологические квалифицирующие признаки причиненного вреда здоровью, детерминированного воздействием аэрогенного химического фактора

Группа признаков	Показатель		Критерий	
Гигиенические	Длительность подверженности аэрогенной экспозиции факторов	в крови – марганец, хром, никель, медь, о-ксилол, формальдегид; в моче – фторид-ион, алюминий	4-7 лет	
	Риск здоровью	заболевания органов дыхания	НИ > 5	
Содержание веществ в биосредах	Маркеры экспозиции	в крови – марганец, хром, никель, медь, о-ксилол, формальдегид; в моче – фторид-ион, алюминий	от 5 до 8 веществ из 8 маркеров	↑ на 20 % и более от Ref
	Причинно-следственная связь	«экспозиция – маркер экспозиции»	наличие на групповом уровне	
Функциональные лабораторные показатели	Маркеры негативных эффектов (функциональные)	суммарный объем воздушного потока через полости носа	1 показатель	↓ на 15 % и более от N
		ФЖЕЛ или ОФВ1	1 из 2 показателей	↓ на 70 % и более от N
	Маркеры негативных эффектов (лабораторные)	индекс эозинофилии, CD127-лимф., CD3 <sup>+</sup> CD95 <sup>+</sup> -лимф., IgE общий, IgE специф. к Mn, Cr, IgG специф. к Al, МДА, АОА, СОД, р53, IL-1бета, Вах, Vcl-2, TNF-рецептор, глутамат	от 8 до 13 показателей из 16 маркеров	↓ на 15 % и более от N
	Причинно-следственная связь	«маркер экспозиции – маркер эффекта»	наличие на групповом уровне	
Заболевание	Негативный ответ	клинический диагноз по МКБ-10	J30.4, J35.0, J31.1, J45.0	
Анамнез и специальное анкетирование	Иные причины заболевания, кроме факторов аэрогенной экспозиции	гигиенические, поведенческие, социально-экономические	отсутствие	

По критериям причиненного вреда выполнена приоритизация воздействующих факторов по 8 обоснованным биомаркерам экспозиции (марганец, медь, алюминий о-ксилол, фтор, никель, формальдегид, хром (VI)), являющихся факторами причинения вреда с вкладом от 9 до 53 %. Приоритизация негативных ответов в виде конкретных нозологических форм выполнена по 18 обоснованным биомаркерам негативных эффектов со стороны органов дыхания и патогенетически связанных с ними систем (индекс эозинофилии, CD127-лимфоциты, CD3<sup>+</sup>CD95<sup>+</sup>-лимфоциты, IgE общий, IgE к Mn, IgE к Cr, IgG к Al, МДА, АОА, СОД, р53, IL-1бета, Вах, Vcl-2, TNF-рецептор, глутамат, суммарный объем воздуха через нос, ФЖЕЛ или ОФВ) и фактическому количеству дополнительных случаев ХЗОД, детерминированных фактором аэрогенной экспозиции в течение года (2 сл./чел./год).

**В 6 главе** показано, что наиболее информативные показатели и критерии риска и фактически причиненного вреда здоровью послужили научно-методической основой разработанных методических подходов к оптимизации му-

ниципальной системы социально-гигиенического мониторинга для повышения объективности анализа причинно-следственных связей в системе «факторы атмосферного воздуха – состояние здоровья населения в зоне влияния крупного хозяйствующего субъекта». Апробация методических подходов, включающих 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, медь, алюминий, ксилол, фториды газообразные, никель, формальдегид, хром (VI)), которые должны подлежать систематическому контролю (вместо существующих 5 общераспространенных); 4 показателя фактически причиненного вреда в виде конкретных нозоформ (аллергический ринит, хронический тонзиллит, хронический назофарингит, бронхиальная астма); 216 коэффициентов для анализа причинно-следственных связей.

Обосновано построение системы СГМ оптимальной по локализации значительно сокращенной зоны наблюдений, адекватной территории максимального воздействия и являющейся наиболее репрезентативной для мониторинга (Рисунок 4); минимально достаточному количеству репрезентативных точек контроля (2 вместо 5) и их пространственному размещению в зоне максимального воздействия (в отличие от существующего расположения точек контроля) (Рисунок 5); программам инструментальных и лабораторных исследований, порядку оценки причинно-следственных связей риска и причиненного вреда здоровью.

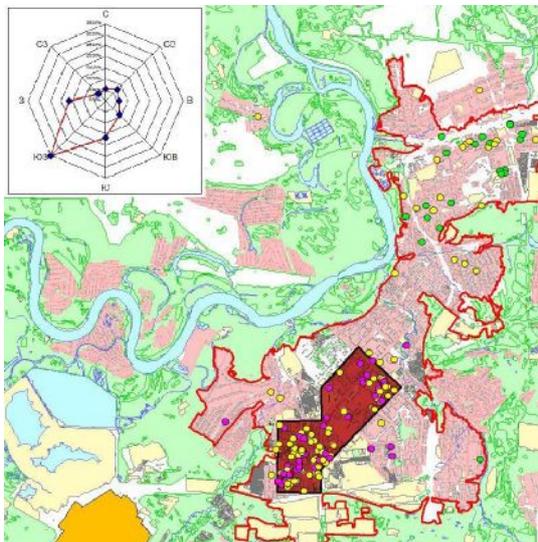


Рис. 4. Локализация зоны максимального воздействия на здоровье – репрезентативная зона мониторинга

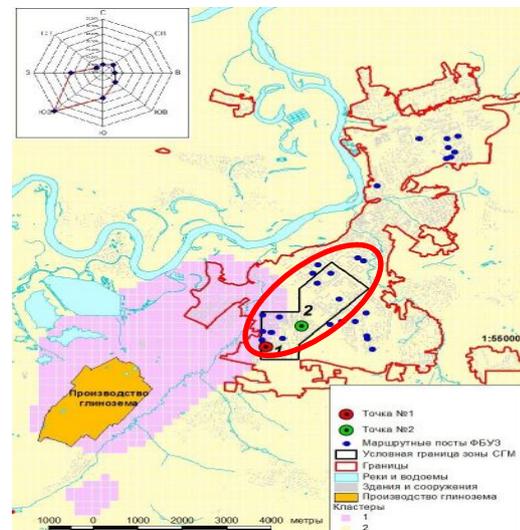


Рис. 5. Репрезентативные точки № 1, 2 (количество и размещение) постов наблюдения в зоне максимального воздействия

Для повышения адекватности и надежности принимаемых управленческих решений является необходимым в рамках СГМ расширение программы контроля качества атмосферного воздуха в репрезентативных точках с обязательным включением веществ, приоритизированных по критериям причинения вреда:

- систематическими наблюдениями по полной программе за марганцем, медью, алюминием, ксилолом, фторидами газообразными, никелем, формальдегидом, хромом (VI);

- *периодическими наблюдениями по полной программе* за взвешенными веществами, взвешенными частицами PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub>, толуолом, азота оксидом, азота диоксидом, серы диоксидом, пылью неорганической с SiO<sub>2</sub> 20-70 %, ванадием.

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.

Выполненная гигиеническая оценка показала, что санитарно-гигиенические и профилактические мероприятия, направленные на митигирование негативных последствий, должны включать: формирование государственного задания по планированию деятельности в части исследований атмосферного воздуха на территории селитебной застройки, оформление и направление предписаний для проведения экспертизы; обоснование предложений по обеспечению надлежащего качества атмосферного воздуха и программам профилактики (первичной, вторичной, третичной), направленным на предупреждение и устранение последствий причинения вреда здоровью, детерминированного воздействием аэрогенного химического фактора; информирование населения о рисках здоровью.

**В заключении** представлены основные результаты исследования, свидетельствующие, что оптимизация системы СГМ по критериям причиненного вреда отвечает существующим условиям и трендам и позволит значительно повысить эффективность объективизации анализа причинно-следственных связей между воздействием факторов атмосферного воздуха и состоянием здоровья населения для использования их в качестве информационной основы при разработке мероприятий по митигации последствий воздействия на здоровье населения.

## **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<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub>, 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 PM<sub>10</sub> и PM<sub>2,5</sub>, медь, формальдегид,

марганец, алюминий, азота оксид и азота диоксид, серы диоксид, фториды газообразные, ксилол, толуол, натрия гидроксид, никель, пыль неорганическая с  $\text{SiO}_2$  20-70 %, хром (VI), углерод черный, ванадий (V) (вклад в НИ от 1,8 до 17,9 %). Уровень суммарного канцерогенного риска составляет до  $2,11\text{E} \cdot 10^{-4}$  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 ( $\text{ИН} > 5$ ); 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  $\text{SiO}_2$  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, медь, алюминий, ксилол, фториды газообразные, никель, формальдегид, хром (VI)), которые должны подлежать систематическому контролю (вместо существующих 5 общераспространенных); 4 показателя фактически при-

чиненного вреда по конкретным 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 PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub>, толуолом, азота оксидом, азота диоксидом, серы диоксидом, пылью неорганической с SiO<sub>2</sub> 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

Результаты исследований позволили обосновать следующие рекомендации.

· ***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<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub>, толуо-

лом, азота оксидом, азота диоксидом, сера диоксидом, углеродом черным, пылью неорганической с  $\text{SiO}_2$  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  $0,012 \text{ мг/дм}^3$ ), медь (до  $0,60 \text{ мг/дм}^3$ ), хром (до  $0,002 \text{ мг/дм}^3$ ), никель (до  $0,003 \text{ мг/дм}^3$ ), о-ксилол (до  $0,0001 \text{ мг/дм}^3$ ), формальдегид (до  $0,04 \text{ мг/дм}^3$ ); в моче – алюминий (до  $0,017 \text{ мг/дм}^3$ ), фторид-ион (до  $0,45 \text{ мг/дм}^3$ );

– 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  $\text{PM}_{2,5}$ ,  $\text{PM}_{10}$ , пыль неорганическая с  $\text{SiO}_2$  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, медь, алюминий, о-ксилол, фториды газообразные, никель, формальдегид, хром (VI));

- для повышения информированности руководящего состава АО «РУСАЛ Ачинск» провести ряд семинаров по разъяснению содержания санитарно-эпидемиологических и иных обязательных требований, нарушение которых при-

чиняет 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, хром, алюминию), нарушения нейромедиаторного обмена вегетативной регуляции функции внешнего дыхания (глутаминовая кислота), дисбаланса клеточного и гуморального им-

мунитета, активности апоптоза (CD127-лимфоциты, CD3<sup>+</sup> CD95<sup>+</sup>-лимфоциты, 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 РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

**В научных рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России**

1. **Тихонова, И.В.** Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха и риски для здоровья населения Красноярского края / Д.В. Горяев, И.В. Тихонова // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 2 (14). – С. 76–83.

2. **Тихонова, И.В.** Особенности территориального распределения и динамики показателей неинфекционной заболеваемости населения Красноярского края, ассоциированной с воздействием факторов риска окружающей среды / Д.В. Горяев, И.В. Тихонова // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 4 (16). – С. 54–63.

3. **Тихонова, И.В.** Промышленные предприятия и категории риска причинения вреда здоровью / Д.В. Горяев, И. В. Тихонова, Д.А. Кирьянов // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 12. – С. 1155–1158.

4. Оценка риска нарушений состояния здоровья у детей, проживающих в зоне влияния производства металлургического глинозема / Ю.В. Кольдибекова, М.А. Землянова, А.М. Игнатова, **И.В. Тихонова**, Н.И. Маркович, К.В. Четверкина, В.М. Ухабов // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 2. – С. 135–141.

5. **Тихонова, И.В.**, Особенности заболеваемости болезнями органов дыхания у детского населения, проживающего в зоне воздействия компонентов выбросов крупного производства глинозема / М.А. Землянова, И.В. Тихонова, Ю.В. Кольдибекова // Здоровье населения и среда обитания. – 2019. – № 7 (316). – С. 28–33.

6. **Тихонова, И.В.** Реализация рисков развития заболеваний органов дыхания у детей, подвергающихся воздействию химических факторов экспозиции, связанной с хозяйственной деятельностью субъекта по производству глинозема / М.А. Землянова, И.В. Тихонова // Здоровье населения и среда обитания. – 2019. – № 11 (320). – С. 42–47.

7. **Тихонова, И.В.** Актуализация системы социально-гигиенического мониторинга на основе анализа риска здоровью (муниципальный уровень) / И.В. Тихонова, М.А. Землянова // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 60–68.

8. Гигиеническая оценка аэрогенного воздействия взвешенных веществ на заболеваемость детей болезнями органов дыхания в зоне влияния источников выбросов металлургического производства / **И.В. Тихонова**, М.А. Землянова, Н.В. Зайцева, Ю.В. Кольдибекова, Е.В. Пескова, А.М. Игнатова // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 3. – С. 61–69.

9. Пат. 119069 Российская Федерация, МКПО 19-07 «Схема внедрения результатов биомониторинга в практику» [Текст] Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, Ю.В. Кольдибекова, И.Г. Жданова-Заплесвичко, **Тихонова И.В.**, Пережогин А.Н.; заявитель и патентообладатель ФБУН

«Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (RU). — № 2019504681, заявл. 22.10.2019; опубли. 18.03.2020.

### **В научных изданиях вне перечня ВАК**

10. Химическая безопасность Красноярского края с позиции оценки канцерогенного риска здоровью населения / Д.В. Горяев, **И.В. Тихонова**, И.И. Новикова, Ю.В. Ерофеев, Р.В. Федореев // Вопросы санитарно-эпидемиологического благополучия населения Сибирского федерального округа: материалы науч.-практ. конф. – Красноярск, 2014. – С. 251–253.

11. Актуальность социально-гигиенической оценки региональных особенностей загрязнения атмосферного воздуха (на примере Красноярского края) / Д.В. Горяев, **И.В. Тихонова**, И.И. Новикова, Ю.В. Ерофеев, Р.В. Федореев // Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания: материалы VI Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Пермь: Книжный формат, 2015. – С. 142–143.

12. **Тихонова, И.В.** Гигиеническая оценка качества питьевой воды и риски для здоровья населения Красноярского края / Д.В. Горяев, И.В. Тихонова, Н.Н. Торотенкова // Актуальные проблемы безопасности риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания: материалы VII Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Пермь: Книжный формат, 2016. – Т. 1. – С. 257–262.

13. **Тихонова, И.В.** Гигиеническая оценка показателей качества среды обитания и здоровья населения на территориях с развитой угледобывающей промышленностью / Д.В. Горяев, **И.В. Тихонова** // Гигиена, токсикология, профпатология: традиции и современность: материалы Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – М., 2016. – С. 60–69.

14. Выбор приоритетных загрязнителей и точек контроля атмосферного воздуха, подлежащих санитарно-эпидемиологическому контролю в промышленном городе с производством металлургического глинозема / **И.В. Тихонова**, Д.В. Горяев, М.А. Землянова, С.Ю. Балашов // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: материалы IX Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Пермь, 2019. – С. 225–228.

15. **Тихонова, И.В.** Специфическая сенсбилизация у детей дошкольного возраста, проживающих в условиях аэрогенной комбинированной химической нагрузки/ Ю.А. Челакова, О.В. Долгих, И.В. Тихонова // Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: материалы Всеросс. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с междунар. участием. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2019. – С.445–449.

16. **Тихонова, И.В.** Анализ причинно-следственных связей изменения некоторых биохимических и функциональных показателей у детей с повышенным содержанием в биосредах химических веществ, тропных к органам дыхания / И.В. Тихонова, Ю.В. Кольдибекова, М.А. Землянова // Профилактическая медицина–2019: сборник науч. трудов Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – С.-Пб. – 2019. – С. 182–188.

17. **Тихонова, И.В.** Оценка информативности показателей потенциального риска и фактически причиненного вреда здоровью в условиях негативных воздействий химического фактора / И.В. Тихонова, М.А. Землянова, Н.В. Зайцева // Анализ риска здоровью – 2020 совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE – 2020 и круглым столом по безопасности питания: матер. X Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием: в 2 т. / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2020. – Т. 1. – С. 123–129.

### **СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

ГАМК - гамма-аминомасляная кислота	УГМС - Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
ЖЕЛ - жизненная емкость легких	ФЖЕЛ - форсированная жизненная емкости легких
МДА - малоновый диальдегид	ЦГиЭ - Центр гигиены и эпидемиологии
МОД - минутный объем дыхания	ЦХПВ - централизованное хозяйственно-питьевое водоснабжение
ОФВ1 - объем форсированного выдоха за первую секунду	ФЭП - форсированный экспираторный поток
ПДК - предельно допустимая концентрация	ХЗОД - хроническое заболевание органов дыхания
ПЭП - пиковый экспираторный поток	НИ - индекс опасности (Hazard Index)
СГМ - социально-гигиенический мониторинг	

**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

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

---

Подписано в печать 20.10.2020. Формат 60×90/16.  
Усл. печ. л. 1,5. Тираж 100 экз. Заказ № 48/2017.

---

Отпечатано в типографии издательства «Книжный формат»  
Адрес: 614000, г. Пермь, ул. Пушкина, 80.