

*На правах рукописи*

**Пережогин Алексей Николаевич**

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

3.2.1. Гигиена

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Пермь 2022

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:**

**Боев Виктор Михайлович**, доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, заведующий кафедрой общей и коммунальной гигиены.

**Карелин Александр Олегович**, доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, заведующий кафедрой общей гигиены с экологией.

**Ведущая организация:** Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Защита состоится 23 сентября 2022 г. в \_\_\_ часов на заседании объединенного диссертационного совета Д 99.0.040.02 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 «ФНЦ 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 « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета,

доктор медицинских наук, доцент

**Землянова Марина Александровна**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность темы исследования

Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения, определяющегося совокупностью комфортных и безопасных условий для его жизнедеятельности, сохранения и укрепления здоровья, устойчивого увеличения численности, приобретает особую актуальность и направлено на достижение целевых показателей, обозначенных в контексте реализации национальных стратегических задач прорывного развития Российской Федерации на предстоящий период (Указы Президента РФ «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации» на период до 2024 года, до 2030 года).

Одним из механизмов целедостижения является деятельность Роспотребнадзора, направленная на системной основе на решение гигиенических проблем, в том числе связанных с загрязнением атмосферного воздуха городских поселений (А.Ю. Попова, 2014–2022; Г.Г. Онищенко, 2013–2019; Н.В. Зайцева, 2013–2022, В.М. Боев, 2019–2021), профилактику риска здоровью и снижение негативных последствий его реализации (Ю.А. Рахманин, О.О. Сеницына, 2017; В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин, Л.И. Привалова, 2013–2017; Н.В. Зайцева, О.Ю. Устинова, 2014–2022).

Ежегодно на территории России порядка 40 городов входит в перечень приоритетных, где проблема загрязнения атмосферного воздуха стоит наиболее остро<sup>1</sup>. Это городские поселения интенсивного промышленного освоения, текущая экономическая деятельность которых сопровождается выделением в атмосферный воздух одновременно широкого спектра примесей (от 40 до 250 компонентов и более) (Н.В. Ефимова, 2020; Б.А. Ревич, 2018, 2020; А.О. Карелин, 2021). К их числу относятся взвешенные вещества, бенз(а)пирен, соединения алюминия, никеля, марганца, хрома, фтора, ароматические углеводороды, формальдегид, окислы азота, серы, углерода и др. (И.С. Давыдова, 2017; Н.А. Ларионова, 2017; И.И. Березин, 2018; С.А. Новикова, 2019; С.В. Клейн, 2019–2021). В местах постоянного проживания населения систематически регистрируется высокая доля проб (2,0-4,8 %, что в 5,6–6,9 раза выше среднероссийского показателя), превышающих гигиенические нормативы (от 7 до 19 ПДКс.с., что в 3–13 раза выше среднероссийских показателей). Это обусловило формирование зон санитарно-гигиенического неблагополучия, в которых высокому и очень высокому уровню загрязнения атмосферы подвергается порядка 13,5 млн человек (Н.В. Зайцева, А.Ю. Попова, 2015–2020; И.В. Май, 2018–2021). Аэрогенное воздействие указанных веществ преимущественно 1-2 класса опасности, обладающих общетоксическим, сенсибилизирующим, иммуноотропным, гепатотропным, канцерогенным и другими негативными эффектами, формирует неприемлемые риски здоровью, реализация которых обуславливает дополнительные медико-демографические потери (М.А. Землянова, 2020, 2021; О.В. Долгих, 2017–2021).

Смертность, ассоциированная с высоким уровнем загрязнения воздушной среды, по причине болезней органов дыхания, кровообращения, пищеварения, злокачественных новообразований составляет последние 5 лет от 1,5 до 5 дополнительных

---

<sup>1</sup> Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России: Ежегодник » [Электронный ресурс]. Перечень материалов, изданных ГГО. – Режим доступа: [http://voeikovmgo.ru/?option=com\\_content&view=article&id=40:perechen-materialov-izdannyykh-ggo&catid=41&Itemid=24&lang=ru](http://voeikovmgo.ru/?option=com_content&view=article&id=40:perechen-materialov-izdannyykh-ggo&catid=41&Itemid=24&lang=ru) (дата обращения: 29.04.2022).

случаев на 100 тысяч всего населения. Основными причинами высокого уровня заболеваемости, превышающего среднероссийские показатели в 5,5–14 раз, являются болезни органов дыхания, системы кровообращения, костно-мышечной, нервной систем, органов пищеварения (П.Ф. Кику, 2019; Б.А. Ревич, 2018, 2020; Н.В. Зайцева, 2019, 2021). По данным Госдоклада<sup>2</sup> дополнительный уровень заболеваемости, обусловленный загрязнением атмосферного воздуха селитебных территорий, в целом по Российской Федерации в 2017–2020 гг. составлял для трудоспособного населения порядка 519,9 случаев, детского населения – 2994,3 сл./100 тыс.

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

### **Степень разработанности темы исследования**

Существенное развитие научно-методической базы по исследованию гигиенических проблем и связанных с ними нарушений состояния здоровья у лиц, проживающих в зонах недопустимого риска здоровью, обеспечивает совершенствование санитарно-гигиенических исследований и разработки мер профилактики для решения практических задач. Внедрение методов оценки и управления рисками здоровью населения в условиях новых опасностей химической природы (С.В. Кузьмин, В.Б. Гурвич, 2014; В.Н. Ракитский, 2020; А.О. Карелин, 2019, 2020; С.В. Кузьмин, С.Л. Авалиани, 2017–2020; Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцева, 2014–2021; П.З. Шур, 2015–2021; В.М. Боев, 2020, 2021), применение в качестве критериев безопасности референтных уровней для различных периодов экспозиций обусловило понимание необходимости обязательного учета не только формируемых рисков здоровью человека, но и их фактической реализации (И.В. Май, С.В. Клейн, 2015–2020; М.А. Землянова. 2020, 2021). Сформулирована необходимость использования инструментальных и расчетных результатов гигиенических исследований качества атмосферного воздуха в совокупности с результатами углубленных медицинских исследований состояния здоровья населения из зон риска, что способствует повышению объективности выполняемого анализа и оценок (С.В. Клейн, Д.А. Кирьянов, 2017). Представлены отдельные элементы методических подходов к проводимым оценкам сложившейся медико-демографической ситуации в части сопоставительного анализа уровней расчетного аэрогенного риска и показателей фактической заболеваемости населения (А.В. Мироненко, А.В. Киселев, 2017; П.З. Шур, 2018, 2019). Определены ключевые позиции, закрепленные нормативными документами, применения результатов медико-биологических исследований индивидуального уровня в качестве инструмента для доказательства причинения вреда здоровью, обусловленного негативным воздействием химических факторов риска (Н.В. Зайцева, И.В. Май, 2015–2018). Обоснованы обязательные гигиенические и медико-биологические квалифицирующие признаки

---

<sup>2</sup> О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации: Государственный доклад [Электронный ресурс]. – М.: Роспотребнадзор. – Режим доступа: <https://36.rosпотребнадзор.ru/documents/public-reports> (дата обращения 11.05.2022).

причиненного вреда для отдельных видов заболеваний (И.В. Тихонова, 2020). Доказано, что предварительное категорирование видов деятельности хозяйственных субъектов, в зонах влияния выбросов которых располагаются селитебные территории, позволяет повысить адресность и направленность регулирующих мер (Д.В. Горяев, 2018, 2019). Показано, что результаты персонализированной оценки фактически выявленных нарушений здоровья, доказано детерминированных аэрогенными факторами риска, являются основой для разработки рекомендаций, направленных на митигацию негативных последствий (Н.В. Зайцева, О.Ю. Устинова, 2020, 2021).

Вместе с тем, представляется необходимым уточнение для специалистов Роспотребнадзора подходов к организации и проведению гигиенических исследований для установления риск-реализованных нарушений здоровья, исключения недооценки или переоценки расчетных уровней рисков. Требуется повышение точности гигиенических оценок для доказательства фактов реализации рисков в виде конкретных заболеваний, уточнения веществ, оказывающих наибольшее влияние на клеточно-молекулярные и системные механизмы нарушения гомеостаза на основании углубленных обследований экспонированного населения. Повышение эффективности комплекса мер, направленных на снижение риска, профилактику и устранение негативных последствий здоровью, приобретает исключительную важность в условиях особо высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха.

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

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

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

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

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

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

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

5. Разработать для принятия управленческих решений рекомендации по санитарно-гигиеническим и профилактическим мерам, направленным на решение гиги-

енических проблем, снижение и устранение рисков здоровью.

### **Научная новизна работы**

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

- Установлены особенности формирования неприемлемого канцерогенного и неканцерогенного рисков здоровью в виде нарушений со стороны органов дыхания, иммунной, нервной, сердечно-сосудистой, костной систем, процессов развития, системы крови, печени, почек, органов зрения и ранжированный перечень приоритетных химических веществ (23 наименования из 45 выбрасываемых), определяющих риски при одновременном поступлении в атмосферный воздух.

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

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

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

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

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

### **Теоретическая и практическая значимость исследования**

*Теоретическое значение* имеет получение новых знаний в области гигиены окружающей среды и профилактической медицины. Расширены гигиенические представления о системных (клинико-функциональных) и клеточно-молекулярных (иммунобиохимических, цитологических и молекулярно-генетических) закономерностях и особенностях риск-реализованных нарушений здоровья, обусловленных особо высоким уровнем экспозиции ведущих химических факторов. Уточнены пути формирования и этиопатогенетические механизмы одновременного воздействия химических веществ на целевые органы и системы, определена эффективность мер профилактики.

*Практическая значимость работы* заключается в предложенном эффективном порядке действий специалистов службы по проведению направленных углубленных исследований по выявлению и доказательству фактов риск-реализованных нарушений здоровья, ассоциированных с аэротехногенным воздействием. На осно-

ве полученных результатов хозяйствующими субъектами разработаны и внедрены организационно-технические мероприятия, направленные на снижение рисков, формируемых приоритетными веществами, в первую очередь, фтористым водородом, метилмеркаптаном, бенз(а)пиреном, фенолом. В планы воздухоохраных мероприятий муниципального образования включены и осуществляется контроль мер по снижению валовых выбросов в атмосферу алюминия оксида, соединений марганца, хрома (VI), никель оксида, бензола, толуола, этилбензола, ксилолов. Определена необходимость, и выполнена корректировка планов СГМ с учетом приоритетных веществ, актуализированы точки и программы лабораторного контроля качества атмосферного воздуха. Результаты исследования послужили практическим инструментом разработки и реализации городской Комплексной программы адресной медико-профилактической помощи детям и взрослым из зон наибольшего аэрогенного риска здоровью. Предложены наиболее эффективные методы и показатели для оценки результативности мероприятий по профилактике риска и снижению негативных последствий здоровью населения в условиях особо высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха.

### **Методология и методы исследования**

Идентификация гигиенических проблем, обоснование приоритетных химических веществ, требующих регулирования, спектра риск-реализованных нарушений здоровья, подлежащих обязательному учету, и наиболее эффективных компенсационных мер в городах с особо высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха базируются на едином алгоритме, реализующем системный, в том числе сопоставительный критериальный анализ и оценку с помощью адекватных методов, стандартных аналитических данных, обеспечивающих получение воспроизводимых и проверяемых объективных результатов. Решение поставленных задач выполнено методами санитарно-гигиенических, в том числе инструментальных, эпидемиологических, социологических, статистических, экспертно-аналитических исследований, методами оценки и пространственного распределения рисков здоровью. При углубленных медицинских исследованиях применен комплекс современных клинико-функциональных, иммунологических, биохимических, общеклинических, цитологических, химико-аналитических методов. Построение причинно-следственных связей для установления фактов реализации рисков здоровью выполнено адекватными математическими методами. Результативность мероприятий оценена методами расчета предотвращенного ущерба здоровью, экономического эффекта и эффективности.

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

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

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

ции преимущественно нервной, кардиореспираторной, костной, гепатобилиарной систем, процессов развития.

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

### **Степень достоверности и апробация результатов**

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

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

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

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

но-практической интернет-конференции с международным участием «Анализ риска здоровью – 2022. Фундаментальные и прикладные аспекты обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2022» (Пермь, 2022).

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

### **Внедрение результатов исследования**

Результаты исследования использованы при выполнении отраслевой научно-исследовательской программы «Гигиеническое научное обоснование минимизации рисков здоровью населения России» на 2016–2020 гг.; при разработке МУ «Использование элементного состава биологических сред человека для оценки загрязнения среды обитания металлами в системе социально-гигиенического мониторинга» (М., 2018), «Применение методов биомониторинга в системе СГМ» (М., 2019); МР 2.1.6.0157-19 «Формирование программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха и количественная оценка экспозиции населения для задач социально-гигиенического мониторинга»; при обосновании Перечня приоритетных загрязняющих веществ для территории г. Братска (письмо Роспотребнадзора от 23.11.2020 № 02/23971-2020-23); при разработке Комплексного плана мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух г. Братска (утв. Зам. Председателя Правительства РФ 28.12.2018 № 11022п-Пб); при подготовке материалов Государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Иркутской области в 2018 году» (Иркутск, 2019). Внедрены в практическую деятельность Администрацией г. Братска для принятия управленческих решений по разработке планов мероприятий, направленных на обеспечение комфортной среды обитания граждан (акт внедрения от 25.03.2022); Комитетом по законодательству о природопользовании, экологии и сельском хозяйстве Иркутской области для согласования управленческих решений по разработке и реализации Программы «Обеспечение экологической безопасности на территории города Братска на 2019–2021 годы», плана мероприятий по результатам доклада материалов «Экологическая ситуация в г. Братске» в 2018 году на заседании Координационного совета при Правительстве Иркутской области по вопросам охраны окружающей среды и природопользования (письмо № 07-23/22 от 27.04.2022); Администрацией Шелеховского муниципального района для обоснования управленческих решений в рамках полномочий при разработке Дорожной карты по реализации мероприятий, направленных на снижение риска и вреда здоровью детского и взрослого населения, находящегося под воздействием факторов хозяйственной деятельности в г. Шелехове на период 2021–2023 годы (акт внедрения от 22.04.2022); ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области» (акт внедрения от 26.04.2022) и Управления Роспотребнадзора по Иркутской области (акт внедрения от 19.04.2022) для обоснования списка приоритетных веществ, приоритизации мероприятий комплексного Плана по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух г. Братска. Применяются ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» при разработке и реализации программ специализированной медицинской помощи детскому населению, проживающему на территориях санитарно-гигиенического неблагополучия (акт внедрения от 04.05.2022). Используются в учебном процессе ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е.А.

Вагнера при преподавании вопросов, связанных с гигиеной окружающей среды и здоровьем населения (акт внедрения от 19.04.2022).

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

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

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

### **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

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

**В первой главе** приведен аналитический обзор отечественных и зарубежных публикаций, касающихся гигиенических проблем формирования высокого уровня загрязнения воздушной среды в городах интенсивного промышленного освоения. Отражены основные результаты систематических оценок спектра приоритетных загрязняющих веществ, формирующих низкое качество атмосферного воздуха в сочетании с загрязнением других объектов среды обитания – почвы, снежного покрова. Дана характеристика современных тенденций состояния здоровья в городах с особо высоким уровнем загрязнения атмосферы и их связь с ведущими аэрогенными факторами риска смертности и заболеваемости. На основании масштабных и отдельных исследований ряда авторов показана специфика воздействия приоритетных компонентов аэротехногенной нагрузки на распространенность дополнительных случаев основных заболеваний детского и взрослого населения в городских поселениях с размещением предприятий базовых отраслей промышленности, в том числе алюминиевой и целлюлозно-бумажной. Подчеркнута актуальность и приведен современный опыт гигиенической оценки эффективности санитарно-гигиенических и профилактических мер по снижению рисков и негативных последствий здоровью населения в городах с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха.

Во второй главе представлены материалы, методы и объемы исследований. Используемые методы ориентированы на идентификацию гигиенических проблем, получение адекватных и надежных результатов для повышения точности и информативности исходных данных по характеристике риск-реализованных нарушений здоровья, связанных с аэрогенным воздействием.

Для достижения сформулированной цели исследования решение поставленных задач выполнено с помощью предложенного научно обоснованного алгоритма действий по организации и проведению исследований, позволяющих выявить (доказать) факты риск-реализованных нарушений здоровья (заболеваний) у лиц, проживающих в зоне наибольшей аэрогенной экспозиции (Рисунок 1).

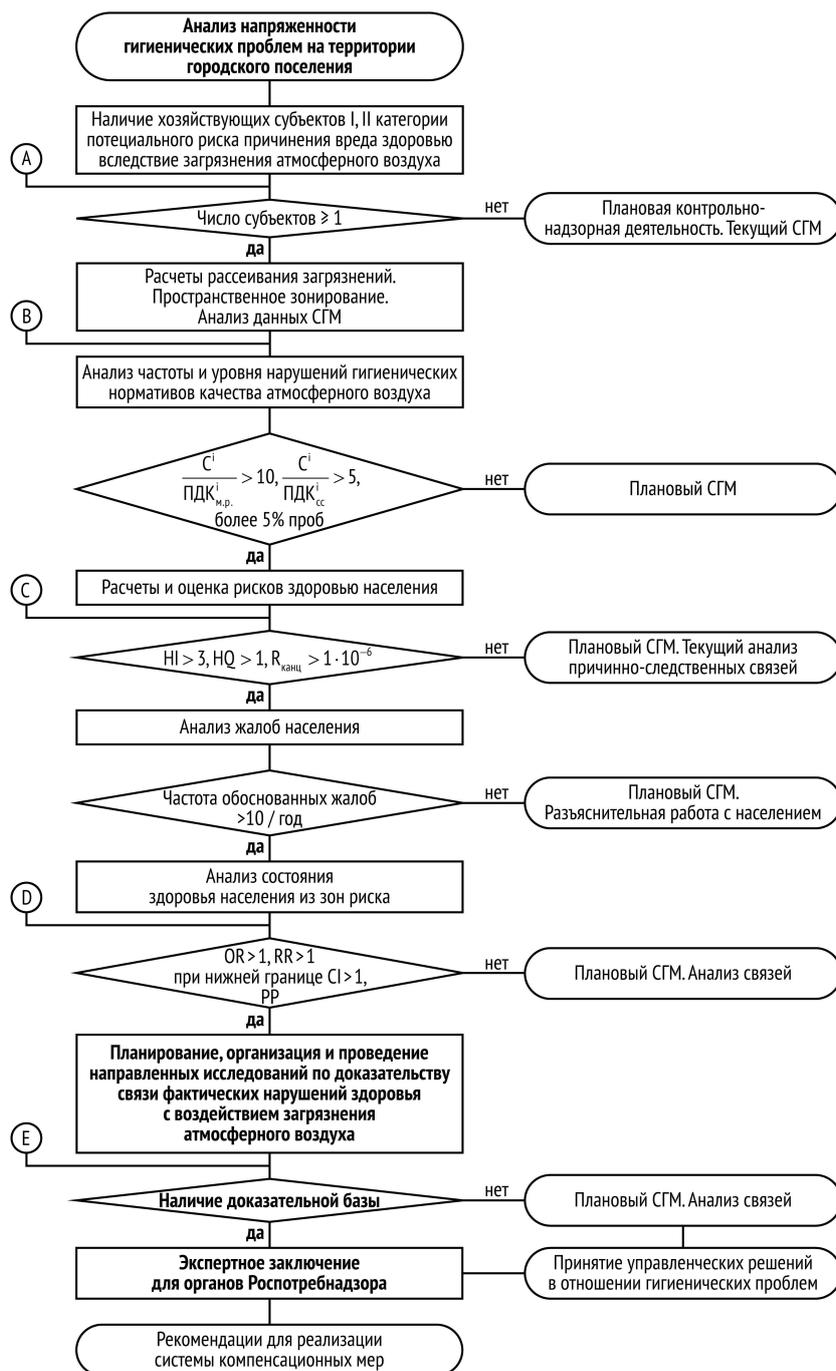


Рисунок 1 – Алгоритм действий по установлению и доказательству связи выявленных и риск-реализованных нарушений здоровья с аэрогенным воздействием химических факторов

*Объектами исследования* являлись два крупных хозяйствующих субъекта, осуществляющих производство алюминия и целлюлозно-бумажной продукции и являющихся источниками формирования загрязнения воздушной среды селитебной территории в зоне одновременного воздействия (на примере г. Братска), качество атмосферного воздуха и связанный с ним риск здоровью, состояние здоровья детского и взрослого населения в зоне аэрогенной экспозиции ведущих факторов риска, эффективность мер по снижению риска здоровью и его реализации.

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

Гигиенический анализ состояния объектов среды обитания г. Братска выполнен по данным ФБУЗ «ЦГиЭ в Иркутской области» в городе Братске в рамках СГМ, Иркутского УГМС за 2014–2018 гг. Качество атмосферного воздуха в селитебной застройке оценивали по данным 12 стационарных точек контроля (19-29 веществ, 40 000 проб); снежного покрова – 3 точек контроля (1 вещество), атмосферных выпадений – 11 точек (7 веществ); почвы – 5 точек (7 веществ, 482 пробы); воды системы ЦХПВ – 26 точек (26 веществ, 3 193 пробы), пищевых продуктов (4 вещества, 1 041 проба). Результаты оценивали в соответствии с ГН 2.1.6.3492-17, ГН-2.1.7.2041-06, ГН-2.1.7.2511-09, ГН 2.2.5.1315-03. СанПиН-2.3.21078-01.

Категорирование хозяйствующих субъектов по потенциальному риску причинения вреда здоровью выполнено в соответствии с МР 5.1.0116-17 (сведения по 6 видам деятельности на 01.09.2018)<sup>3</sup>. Идентификация потенциальной опасности 39 компонентов выбросов суммарно от 850 источников выбросов ПАО «РУСАЛ Братск» и Филиал АО «Группа «ИЛИМ» в г. Братске (по форме 2ТП-воздух, 2016-2018 гг.) и оценка рисков здоровью выполнены в соответствии с Руководством Р 2.1.10.1920-04. Определение численности и возрастной структуры населения в зоне неприемлемого риска ( $HI > 1$ ) выполнено на основе моделирования пространственного распределения уровня и полей показателя риска с использованием ГИС-технологий, программы «Эколог-Город», реализующей методику МРР-2017.

Анализ 150 жалоб населения на неудовлетворительные условия проживания, зарегистрированных в Реестре обращений граждан в органы государственной власти и местного самоуправления территории, выполнен за 2010–2016 гг. Смертность и заболеваемость (структура, распространенность, динамические тенденции) детей (0–14 лет), взрослых (от 18 лет и старше) анализировали по данным госстатотчетно-

---

<sup>3</sup> Выполнено 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».

сти за 2014–2018 гг. (14 классов болезней), данным ФОМС по Иркутской области о фактической обращаемости населением за медицинской помощью за 2016–2018 гг. Последние использовали для оценки связи заболеваемости населения с воздействием загрязняющих веществ по эпидемиологическим критериям (OR, RR, CI, PP) (Р. Флетчер, 1998). Популяционный риск рассчитывали по формуле (1):

$$PP = PP \times \text{численность населения}, \quad (1)$$

где  $PP$  – популяционный риск, прогнозируемый на следующий год при сохранении текущего воздействия фактора риска (случаи/1000 населения);

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

Расчет  $PP$  проводили на основании моделирования зависимости вероятности развития заболевания от уровня аэрогенной экспозиции фактора ( $x$ ) в г. Братск и пгт Листвянка с использованием модели логистической регрессии (2):

$$P = \frac{1}{1 + e^{-(c_0 + c_1 x)}}, \quad (2)$$

где  $P$  – вероятность развития заболевания;

$x$  – экспозиция (среднегодовая концентрация вещества в атмосферном воздухе, мг/м<sup>3</sup>);

$c_0, c_1$  – параметры регрессионной модели.

При воздействии нескольких веществ на один вид заболевания/класс болезни выполняли интегрирование отдельных показателей  $PP_i$  по соотношению (3):

$$PP = 1 - \prod_i (1 - PP_i), \quad (3)$$

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

Оценка реализации риска негативных последствий системных нарушений у взрослого и детского населения проведена на примере анализа результатов углубленных медицинских исследований (в период 2016-2017 гг.)<sup>4</sup>. Выборки, сформированные по комплексу критериев (гигиенических, медико-биологических, социальных, экономических, всего 15 позиций), включали 189 детей 4–7 лет, 90 взрослых 22–48 лет (женщины 100%, в том числе 85% – матери обследованных детей) (группа наблюдения) и 45 детей, 22 взрослых аналогичного возраста пгт Листвянка Иркутской области (группа сравнения). При обследовании соблюдены этические требования Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (1964, 2008), согласованы с этическим комитетом ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (Прото-

<sup>4</sup> Выполнено выездной бригадой специалистов амбулаторно-поликлинического приема (зам. директора по лечебной работе, д.м.н. О.Ю. Устинова) ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

кол № 2 от 22.03.2017). От каждого обследованного или его представителя получено информированное согласие на проведение исследований.

Обследование осуществлено стандартными клиническими методами в соответствии со специально разработанными программами и действующими протоколами диагностики, которые включали медико-социологический опрос, объективный клинический осмотр, функциональное обследование (ЭКГ, СПГ, КИГ с клиноортостатической пробой, УЗИ печени, желчевыводящей системы, почек, щитовидной железы) с использованием приборов функциональной диагностики экспертного класса. Всего выполнено 9688 исследований по 28 показателям<sup>5</sup>. Клинические диагнозы установлены в соответствии с МКБ-10.

Количественное определение концентрации химических веществ в биологических субстратах (15 в крови: марганца, никеля, свинца, хрома, меди, бенз(а)пирена, метанола, формальдегида, бензола, о-, п-, м-ксилолов, толуола, этилбензола, фенола; 2 в моче: фторид-иона и алюминия; всего 5 536 определений)<sup>6</sup> выполнено методами газовой и ВЭЖ-хроматографии, ISP-MS, ион-селективной потенциометрии согласно МУК 4.1.772-99, МУК 4.1.765-99, МУК 4.1.773-99, МУК 4.1.2111-06, МУК 4.1.2108-06, МУК 4.1.3040-12, МУК 4.1.3230-14, МУК 4.1.3161-14, СТО М 25-2016. Результаты оценивали относительно показателей группы сравнения, референтных уровней (Н. Тиц, 2003). Гематологические, цитологические, биохимические, цитогенетические, иммунологические исследования (всего 54006 по 156 лабораторным показателям, учитывающим этиопатогенез негативных эффектов) выполнены унифицированными методами<sup>7</sup> (В.В. Меньшиков, 1987; Л. Йегер, 1990) с помощью гематологического (AcT5diff AL, Beckman Coulter Inc., США, Франция), биохимического (Konelab 20, ThermoFisher, Финляндия), иммуноферментного (Infinite F50, Tecan, Австрия) анализаторов, проточного цитофлуориметра (FACSCalibur, Becton Dickinson and company, США). Результаты статистически обрабатывали с предварительной оценкой характера распределения значений показателей по критерию Колмогорова-Смирнова. При соответствии случайных величин закону нормального распределения использовали параметрические методы статистики с расчетом статистических характеристик для группы наблюдения и сравнения: среднее значение ( $M$ ), стандартное отклонение ( $\delta$ ), ошибка репрезентативности ( $m$ ), количество проб с изменением уровня показателя выше или ниже относительно среднего значения в группе сравнения. Оценку статистической достоверности ( $p$ ) различий показателей проводили по двухвыборочному критерию Стьюдента ( $t \geq 2$ ), оценку различия дисперсии – по F-критерию Фишера ( $F > 3,96$ ) при заданной значимости  $p \leq 0,05$  (С. Гланц, 1998). Статистический анализ полученных в ходе исследования данных проводили с помощью программного комплекса Statistika 6.0 и самостоятельно разработанного программного обеспечения, совместимого с MS Excel<sup>8</sup>.

<sup>5</sup> Выполнено в отделении функциональных методов диагностики (зав. отделением к.м.н. Носов А.В.) ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

<sup>6</sup> Выполнено в отделе химико-аналитических методов исследования (зав. отделом, д.б.н. Т.С. Уланова) ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

<sup>7</sup> Выполнено 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».

<sup>8</sup> Выполнено в отделе математического моделирования систем и процессов (зав. отделом, к.т.н. Д.А. Кирьянов) ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

Построение математических моделей «аэрогенная экспозиция факторов риска – содержание адекватных им химических веществ в биосредах – отклонение функциональных и лабораторных показателей от физиологической нормы – заболевание» позволило получить систему параметризованных причинно-следственных связей «экспозиция – биомаркеры экспозиции – биомаркеры негативного эффекта – негативный ответ». При обязательном наличии каждого звена в обозначенной цепочке связь системных и клеточно-молекулярных нарушений с воздействием факторов риска являлась доказанной, а установленные негативные эффекты оценивали как риск-реализованные. Биомаркеры экспозиции обосновывали с помощью установленных достоверных зависимостей концентрации вещества в крови/моче от его концентрации в воздухе, описываемых линейным уравнением регрессии, биомаркеры негативного эффекта – зависимостей вероятности отклонений лабораторных и функциональных показателей от концентрации вещества в крови/моче, описываемых уравнением логистической регрессии. Проверку статистических гипотез относительно параметров всех полученных моделей проводили с использованием дисперсионного анализа по  $F$ -критерию Фишера, коэффициенту детерминации ( $R^2$ ) и  $t$ -критерию Стьюдента. Адекватность и достоверность оценивали для уровня значимости  $\leq 0,05$  (С. Гланц, 1998).

Гигиеническая оценка эффективности управленческих мер, принятых Роспотребнадзором, направленных на обеспечение надлежащего качества атмосферного воздуха, выполнена по результатам оценки динамики за 2018–2020 гг. содержания в атмосферном воздухе 12 приоритетных веществ, контрольно-надзорной деятельности в 2017–2020 гг., плана воздухоохраных мероприятий г. Братска на 2018–2024 гг., плана проведения СГМ в 2018–2020 гг., сравнительной оценки заболеваемости и содержания токсичных веществ в биосредах детей из зоны наибольшего риска здоровью г. Братск за 2017–2020 гг. Эффективность мер по профилактике и коррекции негативных последствий оценивали по результатам анкетирования (в катамнезе через 1 год). Экономическая оценка предотвращенных потерь выполнена по количеству случаев заболеваний, предотвращенных в 2017–2020 гг., у детей из зоны наибольшего риска здоровью (5500 человек). Экономическую эффективность оценивали с учетом произведенных затрат на лечебно-профилактические мероприятия.

**В третьей главе** представлена гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха и риска здоровью населения селитебной территории с особо высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Результаты исследований по предложенному алгоритму показали, что гигиенической проблемой городского поселения с интенсивным промышленным освоением является особо высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха в сочетании с загрязнением других объектов среды обитания – почвы, снежного покрова. Комплексный санитарно-гигиенический анализ позволил выделить 23 приоритетных вещества из 45, выбрасываемых в атмосферу. В местах постоянного проживания населения установлено существенное превышение гигиенических нормативов по содержанию бенз(а)пирена, взвешенных веществ, фторида водорода, алюминия, формальдегида, фенола – до 7,5 раз ПДКс.с.; взвешенных веществ, этилбензола, фенола, азота диоксида, углерода оксида, фторида водорода, формальдегида, ксилола, метилмеркаптана, сероводорода – до 34,8

ПДКм.р. (Рисунки 2, 3). Стабильно, в концентрациях выше референтных до 3 раз присутствуют марганец, никель, хром (VI), медь, свинец, фториды твердые, хлор.



Рисунок 2 – Максимальные разовые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, 2014–2018 гг., доли ПДКм.р.



Рисунок 3 – Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, 2014–2018 гг., доли ПДКс.с.

В снежном покрове и атмосферных выпадениях содержание фторидов, марганца, никеля, меди составляет до 20,6 Ф, в почве свинца и фтора – до 4,7 ПДК. В питьевой воде системы ЦХПВ присутствуют марганец, никель, свинец, фтор, фенол, этилбензол, сероводород, в пищевых продуктах – свинец в концентрациях, не превышающих соответствующие ПДК. Основными источниками формирования высоких уровней загрязнения атмосферы (вклад от 15 до 99 %) являются хозяйствующие субъекты (производство алюминия и целлюлозно-бумажной продукции), относящиеся по основным видам деятельности к чрезвычайно высокой категории потенциального риска причинения вреда здоровью. Масштаб воздействия составляет порядка 225 тыс. человек.

Риск здоровью, составляющий гигиеническую проблему, при комбинированном остром и хроническом ингаляционном воздействии химических веществ превышает приемлемый уровень (по величине НИ) до 45,3 раза в отношении развития болезней органов дыхания, иммунной, нервной, сердечно-сосудистой, костной систем, крови, почек, печени, органов зрения, нарушений процессов развития. Факторами, его определяющими (вклад в НИ от 1,5 до 100,0 %), являются (ранжированный перечень) бенз(а)пирен, формальдегид, взвешенные вещества, сероводород, метилмеркаптан, марганец, никель оксид, серы диоксид, азота диоксид, фенол, фторид водорода, меди оксид, фториды твердые, хлор, хром (VI), алюминий оксид, азота оксид, бензол, ксилол, толуол, свинец, углерода оксида, этилбензол. Суммарный канцерогенный риск превышает приемлемый уровень до 5,2 раза и обусловлен формальдегидом, хромом, никелем, бензолом, бенз(а)пиреном, этилбензолом. Популяционный канцерогенный риск составил 1,7 случая в год. Воздействию подвергается 133,2 тыс. человек (59,2 % от общей численности населения) В зоне наибольшего

неприемлемого риска находится 26,6 тыс. человек (11,8 %), из них порядка 5,5 тыс. детей в возрасте от 0 до 17 лет (Рисунок 4).

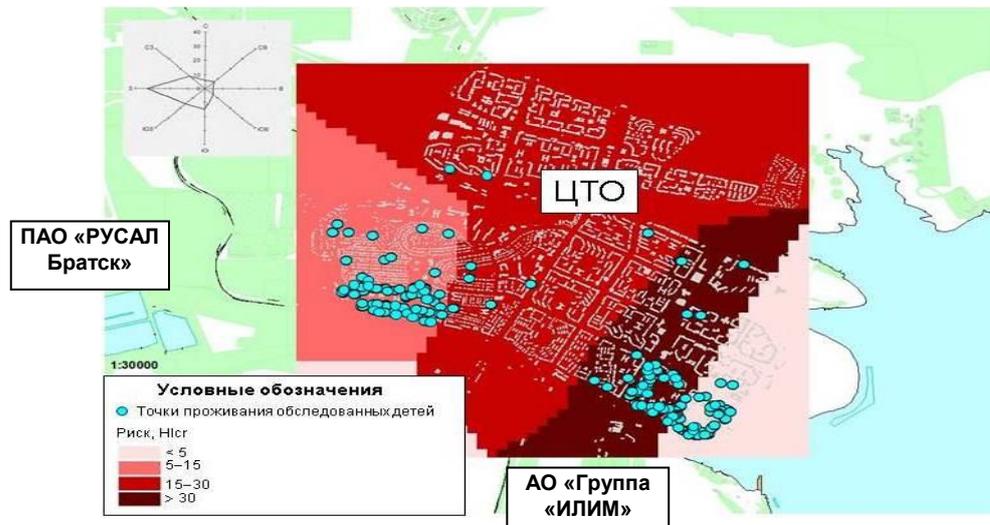


Рисунок 4 – Пространственное распределение ингаляционного риска здоровью (органы дыхания) населения в жилой застройке. Точки проживания обследованных детей

**В четвертой главе** выполненная оценка и сопоставительный анализ связи текущих показателей популяционного здоровья населения с воздействием ведущих факторов риска подтверждают существующие гигиенические проблемы. Выявленная заболеваемость детского и взрослого населения болезнями органов дыхания, пищеварения, нервной, костно-мышечной, иммунной, мочеполовой систем, врожденными аномалиями, доказано связанная с воздействием факторов риска (OR до 10,6, CI=1,02–11,7), превышает показатели территории сравнения от 1,2 до 5,5 раза. Подтверждена достоверность влияния на вероятность повышения заболеваемости по целевым органам и системам экспозиции фторида водорода, метилмеркаптана, бензола, толуола, этилбензола, ксилола, фенола, бенз(а)пирена, формальдегида, никеля, свинца, марганца, азота оксида, углерода оксида ( $0,0001 \leq p \leq 0,048$ ). Популяционный риск дополнительных случаев заболеваний составил порядка 8743 сл./год у взрослого населения и 1666 сл./год у детского населения (27,1–37,5 % от общего количества случаев). Прогнозируемые экономические потери при реализации риска – 362 млн рублей в год.

**В пятой главе** в направленных углубленных исследованиях состояния здоровья населения факт экспозиции доказан ( $0,10 \leq R^2 \leq 0,38$ ,  $p=0,0001-0,048$ ) повышенным содержанием в моче и крови (до 5,0–9,2 раза относительно группы сравнения и референтных уровней) алюминия, марганца, хрома, никеля, фторид-иона, бензола, этилбензола, толуола, ксилолов, фенола, формальдегида (Таблица 1).

Особенностями нарушений состояния здоровья обследованных лиц являлось развитие клеточно-молекулярных и системных негативных эффектов, отражающих этиопатогенетический механизм негативного действия токсикантов. Проявляются в виде более высокого уровня (в 1,2–8,5 раза) дисбаланса нейротрансмиттеров возбуждения, окислительно-антиоксидантных процессов, минерального обмена (фосфора, кальция, магния) и остеорегуляции, гормонов гипофизарно-надпочечниковой оси, снижения активности клеточного и повышения гуморального звена иммунитета, специфической сенсибилизации и повышенной чувствитель-

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

Таблица 1 – Сравнительный анализ содержания химических веществ в биосредах экспонированного населения (на примере детей 4–7 лет)

Био-среда	Вещество	Содержание в биосреде (M±m), мг/дм <sup>3</sup>		Доля детей группы наблюдения с уровнем показателя выше группы сравнения, %	Кратность различий средних	Достоверность различий средних (p≤0,05)
		группа наблюдения	группа сравнения			
Кровь	Марганец	0,012±0,001	0,008±0,001	91,3	1,5	0,0001
	Никель	0,004±0,001	0,001±0,0004	63,8	4,0	0,0001
	Свинец	0,017±0,003	0,011±0,0043	47,8	1,6	0,036
	Хром	0,005±0,001	0,001±0,0003	100,0	5,0	0,0001
	Медь	0,877±0,140	0,667±0,114	57,4	1,3	0,024
	Бенз(а)пирен	0,003±0,005	нпо	7,4	–	0,233
	Формальдегид	0,025±0,004	0,013±0,005	55,6	1,9	0,001
	Метанол	0,935±0,191	0,723±0,193	40,0	1,3	0,123
	Фенол	0,053±0,006	0,022±0,005	89,6	2,4	0,0001
	Бензол	0,002±0,0002	нпо	84,4	–	0,0001
	О-ксилол	0,005±0,0005	нпо	88,2	–	0,0001
	М-, п-ксилол	0,0008±0,0001	нпо	71,1	–	0,0001
	Толуол	0,0014±0,0003	нпо	14,3	–	0,003
	Этилбензол	0,0003±0,0001	нпо	24,4	–	0,001
Моча	Алюминий	0,046±0,006	0,005±0,002	97,9	9,2	0,0001
	Фторид-ион	0,592±0,076	0,337±0,075	68,9	1,8	0,0001
Примечание – нпо (ниже предела обнаружения): бензола – 0,005 мг/дм <sup>3</sup> ; о-ксилола – 0,03 мг/дм <sup>3</sup> ; м-, п-ксилола – 0,014 мг/дм <sup>3</sup> ; толуола – 0,01 мг/дм <sup>3</sup> ; этилбензола – 0,007 мг/дм <sup>3</sup> , бенз(а)пирена – 0,00002 мг/дм <sup>3</sup> . При обнаружении вещества в биосреде ниже нпо в расчеты брали ½ нпо						

Детально на примере детей 4–7 лет показано, что при повышенном содержании указанных веществ в биосредах выявлена повышенная частота болезней органов дыхания воспалительного, лимфопролиферативного и аллергического характера с преимущественным вовлечением верхних и средних отделов дыхательных путей (до 3 раз чаще относительно группы сравнения). При этом развитие общей и специфической сенсibilизации, повышенной чувствительности (до 7,2 раза чаще) характерно для воздействия формальдегида, никеля, хрома. Процесс сопровождается снижением активности иммунорегуляции (до 2 раз чаще). Действие алюминия, марганца, ксилолов более чем у 50 % детей проявлялось нарушением баланса нейромедиаторов (ГАМК и глутамата), гормонов (кортизола и серотонина), активацией процессов окисления и снижения антиоксидантной защиты (в 1,4–2,8 раза чаще). Выявленные нарушения лежат в основе перенапряжения вегетативной регуляции. Это подтверждает до 1,5 раза большую частоту регистрации болезней нервной системы в виде синдрома гиперреактивности с дефицитом внимания и вегетативных дисфункций. Патология опорно-двигательного аппарата, регистрируемая в 1,3–2 раза чаще, преимущественно в виде деформации осанки и остеопенического синдрома верифицируется нарушением процессов метаболизма костной ткани и остеорегуляции (в 1,6 раза чаще). Это отражает специфическое действие фтористых соединений и алюминия. У каждого второго ребенка наблюдались функцио-

нальные нарушения гепатобилиарной системы, подтверждающие действие ароматических углеводородов. Системное действие бензола, фенола, никеля, хрома, проявляющееся в виде нарушения весоростовых показателей и врожденных пороков развития, отмечалось в 1,5–2 раза чаще, чем в группе сравнения. Аналогичные негативные эффекты и причинно-следственные связи установлены у взрослого экспонированного населения. На основании анализа установленной системы последовательных причинно-следственных связей от источников загрязнения атмосферного воздуха веществами, тропными к критическим органам и системам, до факта состоявшегося хронического заболевания реально выявленные дополнительные случаи негативных клеточно-молекулярных и системных эффектов идентифицированы как риск-реализованные, а алюминий, марганец, хром, никель, фтор, бензол, этилбензол, толуол, ксилол, фенол, формальдегид идентифицированы как факторы, непосредственно обуславливающие патоморфоз риск-реализованных нарушений здоровья экспонированных лиц. Ключевыми эффектами, объединяющими этиопатогенетический механизм действия изучаемого комплекса соединений, являются цитотоксический, иммунотропный, активация окислительных процессов.

**В 6 главе** дана гигиеническая оценка эффективности мероприятий по профилактике риска и снижению негативных последствий здоровью населения. Показано, что комплекс основных санитарно-гигиенических и медико-профилактических мероприятий, направленных на снижение остроты обозначенных гигиенических проблем, выполненных Управлением Роспотребнадзора по Иркутской области за 2018–2020 гг., включал порядка 30 предложений органам исполнительной власти города для принятия управленческих решений, подготовленных с учетом обоснованного ранжированного перечня приоритетных веществ, 11 постановлений о назначении административного наказания, 27 судебных дел о привлечении к административной ответственности ПАО «РУСАЛ Братск» и филиал АО «Группа «ИЛИМ» в г. Братске, вынесенных по результатам контрольно-надзорной деятельности. В результате ежегодной актуализации деятельности СГМ в части контроля качества атмосферного воздуха с учетом приоритетных веществ расширен спектр до 30 контролируемых компонентов, их них 5 канцерогенов (по 300 исследований в сутки), оптимизировано количество и расположение 2 постов мониторинга, один из которых находится в ЦТО Братска (Рисунок 5), дооснащена инструментальная база (газоанализаторы портативные ЭКОЛАБ, ГАНГ-4АР и ГАНК-4А, анализаторы пыли АТМАС и КАНОМАХ), расширена область аккредитации на 41 методику (152 показателя). Анализ комплексного Плана воздухоохраных мероприятий города позволил конкретизировать перечень и объемы выбросов отдельных загрязняющих веществ, требующих первоочередного снижения (Таблица 2).

Подтверждением эффективности выполненных санитарно-гигиенических мероприятий является положительная динамика качества атмосферного воздуха в зоне наибольшего риска. Установлено снижение удельного веса нестандартных проб на 80,5 % и содержания приоритетных загрязняющих веществ на 15–72,2 %. В результате в 2020 году, вместо запланированного на 2022 год, Братск по целевому показателю «Уровень загрязнения атмосферного воздуха» впервые перешел из категории «очень высокий» в категорию «высокий».

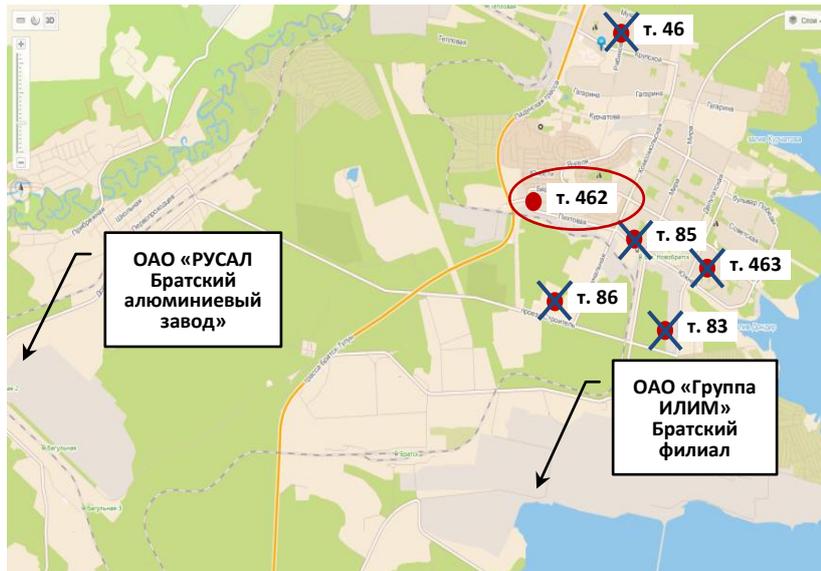


Рисунок 5 – Оптимизация количества постов мониторинга СГМ в ЦТО Братска

Таблица 2 – Рекомендуемые объемы валовых выбросов загрязняющих веществ в г. Братск в период 2018–2024 гг.

Вещества	Выбросы по годам (не более, тыс. тонн/год)							Темп снижения за 2018-2024 гг. (не менее), %
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	
Всего, в том числе:	112812	108676	104539	100403	96266	92130	8799	22,0
Азот (IV) оксид	5927,0	5826,2	5725,5	5624,7	5523,9	5423,2	5322,4	10,2
Алюминий	14,7	13,84	12,98	12,12	11,26	10,4	9,54	35,1
Марганец	0,2282	0,2206	0,2131	0,2055	0,1979	0,1904	0,1828	19,9
Серы диоксид	13994	13516	13038	12560	12081	11603	11125	20,5
Углерода оксид	74683	72654	70625	68596	66567	64539	62510	16,3
Фторид водорода	1239,8	1189,1	1138,5	1087,9	1037,3	986,65	936,03	24,5
Бенз(а)пирен	2,4236	2,2794	2,1352	1,991	1,8468	1,7026	1,5584	35,7
Фенол	6,1031	5,4948	4,8865	4,2783	3,67	3,0617	2,4534	59,8
Формальдегид	6,0517	5,4917	4,9317	4,3717	3,8117	3,2517	2,687	55,6

У экспонированных детей выявлено снижение (на 3,8–100 %) частоты встречаемости болезней верхних дыхательных путей, опорно-двигательного аппарата, астено-вегетативных нарушений, гастродуоденальной дисфункции. Снизилось от 1,3 до 33,3 раза содержание в биосредах веществ, входящих в перечень приоритетных (бенз(а)пирена, бензола, ксилола, толуола, фенола, алюминия, фторидов). Предотвращенный ущерб здоровью детей составил 2111 случаев заболеваний. Экономическая оценка результатов выполнения комплекса санитарно-гигиенических мероприятий показала, что предотвращенные потери внутреннего валового продукта составили 29,9 млн рублей. Оценка эффекта в результате оказания лечебно-профилактической помощи детям с доказанными риск-реализованными заболеваниями показала, что через 1 год после проведения мероприятий установлена положительная динамика состояния здоровья. А именно, снизилась частота (в 2,3–3,2 раза) и длительность (в 1,4 раза) обострений основного заболевания и ОРВИ как показателя общей резистентности организма. Проведение лечебно-профилактических мероприятий, как компенсационных, обеспечили эффективность в размере 1,8 рубля на 1 рубль затрат на 1 пролеченного пациента.

Примененный комплекс показателей и критериев (гигиенических, медицинских, экономических) свидетельствует, что адресные санитарно-гигиенические и лечебно-профилактические мероприятия, направленные на решение гигиенических проблем, профилактику риска и снижение негативных последствий здоровью экспонированного населения, адекватны напряженности проблемы, являются, по своей сути, социально значимыми и экономически эффективными.

**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.

**Перспективы дальнейшей разработки темы** определяются ее актуальностью, типичностью для промышленно развитых городов, социально-экономической значимостью ущербообразующих последствий. Сформулированы перспективы совершенствования методических подходов к идентификации гигиенических проблем и критериальной оценке риск-реализованных нарушений здоровью в условиях особо высоких уровней многосредового воздействия смесей токсичных веществ для задач повышения объективизации оценок рисков здоровью, квотирования выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, актуализации системы СГМ.

## **ВЫВОДЫ**

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

2. Основными источниками формирования высоких уровней загрязнения атмосферного воздуха (вклад от 15,0 до 99,8 %) являются хозяйствующие субъекты по производству алюминия и целлюлозно-бумажной продукции, относящиеся к чрезвычайно высокой категории по потенциальному риску причинения вреда здоровью. Риск здоровью, составляющий гигиеническую проблему, при комбинированном остром и хроническом ингаляционном воздействии химических веществ превышает приемлемый уровень (по величине НД) до 45,3 раза в отношении развития болезней

органов дыхания, иммунной, нервной, сердечно-сосудистой, костной систем, процессов развития, системы крови, почек, печени, органов зрения. Факторами, его определяющими (ранжированный перечень), являются бенз(а)пирен, формальдегид, взвешенные вещества, сероводород, метилмеркаптан, марганец и его соединения, никель оксид, серы диоксид, азота диоксид, фенол, фтористые газообразные соединения, меди оксид, фториды неорганические плохо растворимые, хлор, хрома (VI) оксид, алюминия оксид, азота оксид, бензол, ксилол, толуол, свинец и его соединения, углерода оксида, этилбензол (вклад в НИ от 1,8 до 100,0 %). Суммарный канцерогенный риск здоровью превышает приемлемый уровень до 5,2 раза; вклад формальдегида, хрома (VI), никеля, бензола, бенз(а)пирена, этилбензола, свинца до 59,9 %.

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

4. В направленных углубленных исследованиях состояния здоровья населения факт экспозиции доказан повышенным содержанием в моче и крови (до 9,2 раза относительно группы сравнения) алюминия, марганца, хрома, никеля, фторид-иона, бензола, этилбензола, толуола, ксилолов, фенола, формальдегида. Выявленные негативные клеточно-молекулярные и системные эффекты идентифицированы как риск-реализованные. Проявляются в виде более высокого уровня (до 8,5 раза) дисбаланса нейротрансмиттеров возбуждения, показателей окислительно-антиоксидантных процессов, гормонов гипофизарно-надпочечниковой оси, активности клеточного и гуморального иммунитета, костного метаболизма, остеорегуляции, цитолиза, специфической сенсibilизации и повышенной чувствительности к ряду действующих веществ, цитогенетических нарушений, полиорганной дисфункции преимущественно нервной, кардиореспираторной, иммунной, костной, гепатобилиарной систем, процессов развития.

5. Комплекс санитарно-гигиенических и адресных лечебно-профилактических мероприятий, направленных на решение обозначенных гигиенических проблем, является эффективным, обеспечивающим положительную динамику качества атмосферного воздуха в зоне наибольшего воздействия на население по снижению удельного веса нестандартных проб (на 80,5 %) и содержания приоритетных загрязняющих веществ до 3,5 раза. У детей установлено снижение от 1,5 до 20 раз частоты регистрации болезней верхних дыхательных путей, костного аппарата,

астено-вегетативных нарушений, гастродуоденальной дисфункции; снизилось от 1,3 до 33,3 раза содержание в крови и моче бенз(а)пирена, о-, м-, п-ксилолов, бензола, толуола, этилбензола, фенола, фторид-иона, алюминия, входящих в перечень приоритетных веществ. Через 1 год после лечения также снизилась частота (в 2,3–3,2 раза) и длительность (в 1,4 раза) заболеваний. Предотвращенный ущерб здоровью составил порядка 2111 случаев заболеваний.

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

7. Для повышения адекватности и надежности принимаемых управленческих решений по проблемным аспектам гигиены, направленных на снижение и устранение рисков здоровью, рекомендовано: в рамках СГМ систематическая актуализация программ наблюдения и результатов оценки рисков по перечню приоритетных веществ с акцентом на ключевые по критериям здоровья примеси; обязательный учет и дополнение оценки рисков здоровью данными о фактической заболеваемости населения в отношении риск-реализованных заболеваний; в рамках контрольно-надзорной деятельности на объектах чрезвычайно высокой категории потенциального риска причинения вреда здоровью при осуществлении плановых выездных проверок расширить объем лабораторного сопровождения адекватно показателям, реализующим риск здоровью; в рамках оказания адресной социально ориентированной поддержки населению обеспечить продолжение реализации Программы медико-профилактических мероприятий для детей и взрослых в зоне наибольшего риска здоровью.

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

• ***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. Братск по содержанию приоритетных веществ от источников хозяйственной деятельности металлургического и целлюлозно-бумажного производств, автотранспорта, формирующих остаточные риски здоровью, систематически актуализировать программы наблюдения и результаты оценки рисков по приоритетным веществам с акцентом на ключевые по критериям здоровья примеси: марганец, алюминий, никель, хром (VI), фторид водорода, бензол, толуол, ксилол, формальдегид;

– для повышения результативности мер и действий по актуализации системы наблюдений в зонах наибольшей аэрогенной экспозиции скорректировать программы мониторинга с учетом вновь выявленных приоритетов и включить в производственный контроль вещества – маркерные для выбросов конкретного объекта;

– для развития и совершенствования контрольно-надзорной деятельности на объектах чрезвычайно высокой категории потенциального риска причинения вреда здоровью расширить объем лабораторного сопровождения адекватно показателям, реализующим риск здоровью (марганец, алюминий, никель, хром (VI), фторид водорода, бензол, толуол, ксилол) при осуществлении плановых выездных проверок;

– для повышения эффективности санитарно-гигиенических оценок и экспертиз

при обосновании фактов реализации рисков здоровью населения, связанных с нарушением санитарного законодательства, использовать алгоритм проведения исследований и установленные риск-реализованные конкретные заболевания (хронический тонзиллит, фарингит, адено tonsиллит, аллергический ринит, бронхиальная астма, синдром вегетативной дистонии, астено-вегетативный синдром, общий переменный иммунодефицит, дорсопатия, нарушение осанки, врожденные аномалии почек, сердца) и конкретные химические факторы, реализующие риск (марганец, алюминий, никель, хром (VI), фторид водорода, бензол, толуол, ксилол, формальдегид);

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

- для анализа и мониторинга эффективности компенсационных мер использовать показатели: при оценке санитарно-гигиенических мероприятий – долю нестандартных проб и кратность превышения гигиенических нормативов содержания приоритетных веществ в атмосферном воздухе, содержание приоритетных веществ в биосредах, число предотвращенных случаев заболеваний по классам болезней, общие предотвращенные потери ВВП; при оценке адресных лечебно-профилактических мероприятий – длительность и частоту заболеваний, число предотвращенных случаев заболеваний, адекватных критическим органам и системам, эффективность мероприятий в рублях на 1 рубль затрат.

- ***Руководящему составу ПАО «РУСАЛ Братск», филиала ОАО «Группа «ИЛИМ» в г. Братске:***

- осуществить корректировку организационных, технологических, санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на снижение остаточных рисков, связанных с риск-реализующими веществами (марганец, алюминий, никель, хром (VI), фторид водорода, бензол, толуол, ксилол), что соответствует требованиям ФЗ от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании»;

- при корректировке результатов инвентаризации выбросов выполнить оценку в составе твердых выбросов доли и компонентного спектра мелкодисперсной пыли с учетом приоритетных металлов (марганец, алюминий, никель, хром (VI));

- до момента достижения приемлемых рисков в зоне наибольшей экспозиции обеспечить продолжение реализации Программы медико-профилактической помощи населению с заболеваниями органов дыхания, нервной, костно-мышечной, иммунной, сердечно-сосудистой систем, что отвечает требованиям ФЗ от 26.07.2019 № 195-ФЗ «О проведении эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ...»;

- ***Отделу здравоохранения в Иркутской области в г. Братске:***

- для повышения эффективности раннего выявления, профилактики риск-реализованных заболеваний органов дыхания, нервной, иммунной, костной систем, при обосновании и реализации адресной медико-профилактической помощи детям и взрослым в зоне экспозиции (на групповом и/или индивидуальном уровне) учитывать показатели нарушения баланса нейротрансмиттеров возбуждения (глутаминовая кислота), окислительно-антиоксидантных процессов (МДА, гидроперекиси липидов, 8-OHdG, СОД, АОА), костного метаболизма и остеорегуляции (С-концевые телопептиды, остеопротегерин, остеокальцин, Ampli-sRANKL), гормонов гипофизарно-

надпочечниковой оси (серотонин, кортизол), клеточного и гуморального звена иммунитета (индекс эозинофилии, фагоцитарный индекс, фагоцитарное число, IgE общий, IgE/IgG специфический к формальдегиду/алюминию), ферментативной активности и пигментного обмена (АСАТ, общий и прямой билирубин).

- **Научным организациям гигиенического профиля:**

- для дальнейшего совершенствования научно-методических подходов к развитию системы СГМ в части повышения эффективности требуется внедрение анализа риск-реализованных нарушений здоровья у экспонированных групп населения в условиях воздействия особо высокого уровня приоритетных аэрогенных факторов.

- **Учреждениям высшего профессионального образования:**

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

### СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

*В научных рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, в научных изданиях, индексируемых в международной базе данных Scopus*

1. Научно-методические подходы к проведению исследования для установления связи нарушений здоровья населения с многосредовым воздействием химических факторов в зоне влияния предприятий по производству алюминия и целлюлозно-бумажной промышленности / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, **А.Н. Пережогин**, И.Г. Жданова-Заплесвичко // Здоровье населения и среда обитания. – 2017. – № 9 (294). – С. 26-29.

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

3. Землянова М.А., **Пережогин А.Н.**, Кольдибекова Ю.В. Тенденции состояния здоровья детского населения и их связь с основными аэрогенными факторами риска в условиях специфического загрязнения атмосферного воздуха предприятиями металлургического и деревообрабатывающего профиля // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 4. – С. 46-54.

4. Опыт организации и проведения санитарно-эпидемиологических исследований по выявлению и доказательству связи нарушений здоровья населения с качеством атмосферного воздуха в зонах влияния хозяйствующих субъектов / Н.В. Зайцева, И.Г. Жданова-Заплесвичко, М.А. Землянова, **А.Н. Пережогин**, Д.Ф. Савиных // Здоровье населения и среда обитания. – 2021. – № 1 (334). – С. 4–15.

5. **Пережогин А.Н.**, Землянова М.А., Кольдибекова Ю.В. Связь заболеваний у детей с воздействием компонентов выбросов целлюлозно-бумажных предприятий // Здоровье населения и среда обитания. – 2021. – № 3. – С. 33-40.

6. Оценка нарушений здоровья со стороны критических органов и систем у детей с повышенным содержанием хрома в крови / **А.Н. Пережогин**, М.А. Землянова, Ю.В. Кольдибекова, О.В. Пустовалова // Гигиена и санитария. – 2021. – Т. 100, № 10. – С. 1128-1132.

7. Выявление омик-маркеров негативных эффектов, ассоциированных с аэрогенным комбинированным воздействием соединений алюминия и фтора / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, Ю.В. Кольдибекова, **А.Н. Пережогин**, М.С. Степанков, Н.И. Булатова // Анализ риска здоровью. – 2022. – № 1. – С.123-132.

8. Пат. 119069 Российская Федерация, МКПО 19-07 «Схема внедрения результатов биомониторинга в практику» [Текст]. Заявитель и патентообладатель ФБУН "ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения" (RU). – № 2019504681,

заявл. 22.10.2019; опубл. 18.03.2020 / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, Ю.В. Кольдибекова, И.Г. Жданова-Заплесвичко, И.В. Тихонова, **А.Н. Пережогин** (Патент на промышленный образец).

9. Пат. 127378 Российская Федерация, МКПО 19-07 «Схема алгоритма действий по установлению и доказательству связи выявленных и риск-реализованных нарушений здоровья и аэротехногенным воздействием химических факторов» [Текст]. Заявитель и патентообладатель ФБУН "ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения" (RU). – № 202151625, заявл. 29.03.2021; опубл. 10.09.2021, Бюл. № 9 / М.А. Землянова, Н.В. Зайцева, **А.Н. Пережогин**, И.Г. Жданова-Заплесвичко, Ю.В. Кольдибекова. (Патент на промышленный образец).

#### Список работ, опубликованных в других научных изданиях

10. Максимова Е.В. Кокоулина А.А., **Пережогин А.Н.**, Жданова-Заплесвичко И.Г. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха г. Братска до реализации мероприятий федерального проекта «ЧИСТЫЙ ВОЗДУХ» // Анализ риска здоровью – 2020. Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2020 и круглым столом по безопасности питания: сб. трудов X Всеросс. научно-практич. конф. с междунар. участием: в 2 т. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2020. – Т. 1. – С. 273-278

11. **Пережогин А.Н.**, Землянова М.А., Кольдибекова Ю.В. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха и заболеваемости детского населения региона с одновременным размещением крупного алюминиевого и целлюлозно-бумажного производств // Здоровье и окружающая среда: сб. матер. Междунар. научно-практич. конф. – Минск: Изд. центр БГУ, 2021. – С. 25-28.

12. **Пережогин А.Н.**, Кольдибекова Ю.В. Анализ негативных эффектов со стороны опорно-двигательного аппарата, обусловленных повышенным выведением алюминия и фтора с мочой у детей // Гигиена, экология и риски здоровью в современных условиях: сб. матер. XI межрегиональной научно-практич. интернет-конф. молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с междунар. участием: в 2 т. – Саратов: ООО Издательство «КУБиК», 2021. – Т. 1. – С. 122-124.

13. Землянова М.А., Кольдибекова Ю.В., **Пережогин А.Н.** Научное обоснование и применение биомаркеров экспозиции и эффекта в системе доказательства причинения вреда здоровью при выявлении неприемлемого риска, обусловленного факторами среды обитания // Анализ риска здоровью – 2021. Внешнесредовые, социальные, медицинские и поведенческие аспекты. Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2021: матер. XI Всеросс. научно-практич. конф. с междунар. участием: в 2 т. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2021. – Т. 1. – С. 100-105.

14. **Пережогин А.Н.** Оценка эффективности санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на обеспечение качества атмосферного воздуха и профилактику риска здоровью населения в городах с особо высоким уровнем загрязнения (на примере г. Братска) // Анализ риска здоровью – 2022. Фундаментальные и прикладные аспекты обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2022: матер. XII Всеросс. научно-практич. конф. с междунар. участием: в 2 т. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2022. – Т. 1. – С. 393-397.

#### СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АОА	- общая антиоксидантная активность	8-OHdG	- 8-гидроксидезоксигуанозин
АСАТ	- аспаргатаминотрансфераза	CI	- доверительный интервал
ГАМК	- гамма-аминомасляная кислота	HI	- индекс опасности
МДА	- малоновый диальдегид	Ig	- иммуноглобулин
СГМ	- социально-гигиенический мониторинг	ISP-MS	- масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой
СОД	- супероксиддисмутаза	OR	- отношение шансов
Ф	- фон	RR	- отношение рисков
ЦХПВ	- централизованное хозяйственно-питьевое водоснабжение		

*Научное издание*

**Пережогин Алексей Николаевич**

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

3.2.1. Гигиена

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

---

Подписано в печать 17.06.2022. Формат 60×90/16.  
Усл. печ. л. 1,5. Тираж 100 экз. Заказ № 816 /2022.

---

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