

На правах рукописи



Матешева Анна Владимировна

Методы анализа, прогноза и снижения социально-экономических
последствий профессиональной заболеваемости вследствие
загрязнения атмосферного воздуха объектами
транспортной инфраструктуры

05.26.01 – Охрана труда (транспорт)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Москва – 2018

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет транспорта (МИИТ)» (РУТ (МИИТ))

Научный консультант:

член-корреспондент РАН,
доктор технических наук, профессор
Макоско Александр Аркадьевич

Официальные оппоненты:

1. **Ахметханов Расим Султанович** – доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук (ИМАШ РАН), заведующий лабораторией перспектив развития безопасных машин и процессов
2. **Вильфанд Роман Менделевич** – доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное учреждение «Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации» (ФГБУ «Гидрометцентр России»), директор
3. **Путилов Александр Валентинович** – доктор технических наук, профессор, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (НИЯУ МИФИ), декан факультета управления и экономики высоких технологий

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук (ИПТ РАН)

Защита диссертации состоится «3» октября 2018 г., в 15⁰⁰ на заседании диссертационного совета Д 218.005.03 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта (МИИТ)» по адресу: 127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, ауд. 2505.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке и на сайте РУТ (МИИТ) www.miit.ru.

Автореферат разослан « _____ » _____ 2018 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

 Плицына Ольга Витальевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Здоровье и состояние социально-экономической защищенности работающего населения – одни из важнейших показателей качества жизни и условий труда, которые в значительной мере определяется фоновым состоянием атмосферного воздуха в местах проживания (отдыха и быта) работников и на производственных территориях (на рабочих местах).

В настоящее время состояние условий труда на рабочих местах определяется на основании специальной оценки условий труда (СОУТ), которая выполняется в отношении загрязнения воздушной среды вследствие производственного процесса и не учитывает воздействие на работников общего, фоновое загрязнение атмосферного воздуха от внешних техногенных источников. Однако, нередко этот негативный фактор условий труда является существенным на рабочих местах на открытом воздухе и внутри помещений в организациях, расположенных возле транспортных магистралей (вследствие выбросов от транспортных средств и продуктов износа дорожного комплекса) и в районах промышленных зон (вследствие выбросов близлежащих предприятий).

В больших городах техногенные выбросы формируют обширные и устойчивые зоны повышенного загрязнения воздуха, основным источником которого являются объекты транспортной инфраструктуры (передвижные и стационарные). Среди них 90 % выбросов поступает от автотранспорта. В населенных пунктах с повышенным (высоким) уровнем загрязнения атмосферы проживает и работает около 40 % городского населения.

Для оценки воздействия загрязнения атмосферы на человека применяется понятие риска для здоровья на основе единичного канцерогенного риска и референтных концентраций (показывающих порог наступления заболеваний), которые зачастую ниже предельно допустимых концентраций. Фоновое загрязнение атмосферы, помимо воздействия вредных производственных факторов, способствует повышению риска для здоровья и увеличению общей,

неспецифической заболеваемости. По данным исследований, уровень опасности различных хронических заболеваний для населения (в том числе работающего) в условиях техногенного загрязнения повышен в 2-25 раз и достигает уровня $1 \cdot 10^{-4}$ и даже $1 \cdot 10^{-3}$ (неприемлемый риск) по онкологическим заболеваниям.

Все это вызывает ощутимые экономические потери не только со стороны государства и работодателей, но и со стороны граждан (работников). Это затраты на лечение и потеря доходов в связи с заболеваниями. Как следствие снижается качество жизни и условий труда: уменьшаются возможности дальнейшей профилактики заболеваний, ухудшаются трудоспособность и демографические показатели. Действующие сегодня в России системы экологического и социального страхования, в том числе компенсации и льготы за вредные условия труда, устанавливаемые на основании результатов СОУТ, не предусматривают возмещения работающим и остальным категориям населения последствий воздействия на здоровье фонового (постоянного, часто наблюдаемого) повышенного загрязнения атмосферного воздуха.

В связи с изложенными обстоятельствами становится весьма актуальной разработка методов, направленных на снижение социально-экономических последствий заболеваемости для граждан, работающих в условиях повышенного риска здоровью вследствие техногенного загрязнения атмосферного воздуха.

Степень разработанности темы исследования

Вопросами профессиональных заболеваний, связанных с химическими факторами производства и производственными аэрозолями, включая социально-экономические аспекты данной проблемы, в разное время занимались В.Г. Артамонова, С.А. Бабанов, Э.И. Денисов, Н.Ф. Измеров, В.А. Капцов, В.В. Косарев, Ж. Мартинсоне, Н.А. Мухин, А.М. Олещенко, В.М. Ретнев, П.В. Серебряков и другие российские и зарубежные ученые, например, D. Koh и T.Ch. Aw. Ряд ученых занимается исследованием данных

производственных факторов и способов снижения их воздействия в рабочей зоне: Л.Э. Шварцбург, В.И. Беспалов и др.

Последние десятилетия в России и уже несколько десятилетий за рубежом активно изучается проблема масштабного загрязнения атмосферного воздуха на урбанизированных территориях и его опасности для здоровья человека, а также связанных с этим социально-экономических последствий, которая относится к разряду стратегических рисков РФ. Исследованию данной междисциплинарной проблемы посвящены работы ученых из разных областей науки: С.Л. Авалиани, Р.С. Амхетханова, Р.М. Вильфанда, Н.В. Ефимовой, Е.Н. Кутепова, Н.А. Махутова, С.М. Новикова, Е.А. Панасенко, В.В. Пененко, Б.Н. Порфирьева, А.В. Путилова, Ю.А. Рахманина, Б.А. Ревича, А.В. Старченко, Т.Н. Унгурияну, S.S. Nadadur, J.W. Hollingsworth и др. Проблема загрязнения атмосферного воздуха объектами транспорта в настоящее время активно изучается в одной из ведущих в данной сфере научных организаций Институте проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН (И.Г. Малыгиным, Л.Д. Бариновой Л.Э. Забалканской, О.В. Ложкиной), а также в других транспортных НИИ.

Однако, вопросам влияния фонового загрязнения атмосферного воздуха на производственных территориях как дополнительного фактора риска для здоровья работников до настоящего времени внимание практически не уделялось. В связи с этим при оценке условий труда, профилактике профессиональной и общей заболеваемости и социально-экономической защите работников данный фактор риска здоровью в настоящее время не учитывается.

В то же время, в статье 42 Конституции РФ установлено право каждого гражданина на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением. В статье 20 Федерального закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ (ред. от 3.07.2016 г.), введена норма «атмосферный воздух в городских и сельских поселениях, на территориях промышленных организаций,

а также воздух в рабочих зонах производственных помещений, жилых и других помещениях (далее - места постоянного или временного пребывания человека) не должен оказывать вредное воздействие на человека».

Указанные обстоятельства подтверждают актуальность темы настоящей работы.

Цель исследования – разработка научно обоснованных методов анализа источников выбросов в атмосферу, прогноза загрязнения атмосферного воздуха и обусловленного этим риска здоровью, а также адресной компенсации соответствующих финансовых потерь работникам для снижения социально-экономических последствий профессиональной заболеваемости, обусловленной воздействием транспортной инфраструктуры.

Задачи исследования:

1. Провести анализ социально-экономических последствий профессиональной заболеваемости для работников от загрязнения атмосферного воздуха объектами транспортной инфраструктуры и путей их снижения;

2. Разработать методику адресной компенсации финансовых потерь работникам вследствие профессиональных заболеваний от загрязнения атмосферного воздуха;

3. Разработать метод прогноза загрязнения атмосферного воздуха и обусловленного этим риска для здоровья;

4. Разработать метод анализа источников загрязнения атмосферы;

5. Разработать рекомендации по снижению социально-экономических последствий профессиональной заболеваемости для работников от загрязнения атмосферного воздуха.

Научная новизна

В результате выполненного анализа получены выводы о возможности влияния техногенного загрязнения атмосферного воздуха на заболеваемость работников, осуществляющих трудовую деятельность в условиях общего повышенного загрязнения атмосферы.

Установлено, что для лиц, пребывающих на экологически неблагоприятных территориях, характерны дополнительные индивидуальные финансовые потери, связанные с затратами на лечение, профилактикой болезней и упущенным заработком вследствие повышенной заболеваемости. При этом ущерб, обусловленный последствиями влияния фонового, постоянного или часто наблюдаемого повышенного загрязнения атмосферы на здоровье работников и населения в целом, не подлежит компенсации.

Впервые предложена методика адресной компенсации финансовых потерь работникам на экологически неблагоприятных территориях вследствие заболеваний, обусловленных загрязнением атмосферного воздуха. Новизну составляет применение в методике механизма хеджирования (специального подхода к управлению финансовыми рисками) для решения задачи снижения социально-экономических последствий для работников от экологически обусловленной заболеваний.

Разработан метод прогноза загрязнения атмосферного воздуха и обусловленного этим риска для здоровья. Оригинальность метода заключается в применении теории чувствительности, что позволяет выполнять оценку загрязнения атмосферы и риска здоровью с заблаговременностью от нескольких месяцев до нескольких десятилетий с учетом возможных климатических изменений. Для практического применения данного метода построена численная модель, с помощью которой проведены экспериментальные расчеты и получены прогнозные оценки риска для здоровья работающего населения в городе Москве от загрязнения атмосферного воздуха основными техногенными примесями при различных сценариях развития транспорта и промышленности и изменения климата, свидетельствующие о повышенной опасности выбросов от объектов транспортной инфраструктуры для здоровья человека.

Для определения места и мощности выбросов разработан метод анализа (идентификации) источников загрязнения атмосферы на основе минимизации специального функционала, построенного с помощью основного и

сопряженного решений задачи эволюции загрязняющей примеси. Для реализации предложенного метода построена численная модель идентификации источников загрязнения атмосферы, с помощью которой проведены тестовые расчеты. Также в ходе апробации метода получены оценки местоположения и интенсивности источника мощных выбросов сероводорода в Москве, имевших место 10 ноября 2014 года. Исследованы вопросы точности определения мощности выбросов от источников загрязнения воздуха.

Предложены рекомендации по применению представленных в диссертации методов; предложения по созданию и совершенствованию законодательной базы по компенсации ущерба здоровью гражданам (работникам и населению) на территориях с повышенным загрязнением атмосферного воздуха; рекомендации по корректировке норм трудового законодательства с целью возможности снижения для работников социально-экономических последствий заболеваемости от загрязнения атмосферного воздуха.

Теоретическая и практическая значимость исследования

Выполненный анализ загрязнения атмосферного воздуха, заболеваемости и ее социально-экономических последствий для работников, а также возможностей их снижения позволяет получить комплексное представление об уровне и масштабах последствий техногенного загрязнения воздуха для здоровья и социально-экономического благополучия работающего населения и обосновать направления совершенствования научно-методической и нормативно-правовой базы, управленческие решения по снижению социально-экономических последствий для работников от загрязнения воздуха.

Разработанная методика адресной компенсации финансовых потерь работникам вследствие профессиональных заболеваний от загрязнения атмосферного воздуха позволяет решать задачу снижения дополнительных финансовых издержек работающих, поддержания их социально-экономического благополучия, улучшения качества жизни и условий труда при повышенном риске здоровью в неблагоприятных экологических условиях на

производственной территории без привлечения бюджетных средств (за счет загрязнителей атмосферы).

Предложенный метод прогноза загрязнения атмосферного воздуха и обусловленного этим риска здоровью предназначен для выявления приоритетных для адресной компенсации территорий и определения на базе прогнозируемого уровня риска стоимости контрактов, на основе которых осуществляются компенсационные выплаты работникам в случае повышенной опасности для здоровья. Результаты апробации метода позволяют определить тенденции изменения уровня риска для здоровья работающего населения и на этой основе разработать управленческие решения по минимизации риска.

Разработанный метод анализа источников загрязнения атмосферы позволяет определять объекты (местоположение и мощность выбросов), ответственные за загрязнение воздуха на конкретной территории и на этой основе устанавливать степень их участия (величину платы) в компенсации вреда здоровью работающих с помощью предложенной методики адресной компенсации. Также метод может быть успешно использован в камеральных условиях для оперативной идентификации аварийных выбросов в атмосферу. Результаты апробации метода позволяют судить о возможной точности идентификации выбросов и определить область и условия его применения.

Предложенные рекомендации по применению разработанных методов и созданию и совершенствованию нормативно-правовой базы составляют научно-методический и нормативно-правовой задел, необходимый для практической реализации предложенных решений.

В целом теоретическая и практическая значимость полученных результатов заключается в создании научно-методических основ снижения социально-экономических последствий для работников от нарушений здоровья вследствие загрязнения атмосферного воздуха. Разработанные основы направлены на снижение риска для здоровья работающего населения от загрязнения атмосферного воздуха; повышение социально-экономического

благополучия работников; улучшение условий труда, качества жизни и состояния воздуха на урбанизированных территориях.

Методология и методы исследования

В основу методологии диссертационного исследования положен метод дедукции и системный подход к анализу загрязнения атмосферного воздуха, обусловленных этим воздействием на здоровье и социально-экономических последствий для работников; к исследованию и разработке путей снижения данных последствий и соответствующих рекомендаций. Построение методики адресной компенсации финансовых потерь работникам вследствие профессиональных заболеваний от загрязнения атмосферного воздуха осуществлялось в процессе исследования теории управления финансовыми рисками. Разработка методов прогноза загрязнения атмосферного воздуха и обусловленного этим риска для здоровья и анализа источников загрязнения атмосферы выполнялась посредством теоретических исследований, опирающихся на методы теории чувствительности, разделы динамики атмосферы и математической физики, и экспериментальной проверки путем математического моделирования с применением методов вычислительной математики, разработкой вычислительных алгоритмов и проведением расчетов на ПЭВМ.

Положения, выносимые на защиту

1. Результаты комплексного анализа социально-экономических последствий профессиональной заболеваемости для работников от загрязнения атмосферного воздуха объектами транспортной инфраструктуры и путей их снижения, позволяющие обосновать направления совершенствования научно-методической и нормативно-правовой базы, управленческие решения по снижению данных последствий;
2. Методика адресной компенсации финансовых потерь работникам вследствие профессиональных заболеваний от загрязнения атмосферного воздуха, основанная на механизме хеджирования;

3. Метод прогноза загрязнения атмосферного воздуха и обусловленного этим риска для здоровья на основе методов теории чувствительности, позволяющий определять приоритетные территории и стоимость контрактов для осуществления компенсационных выплат работникам в случае повышенной опасности для здоровья.

4. Метод анализа источников загрязнения атмосферы на основе идентификации мощности и места выбросов для определения степени их участия (величины платы) в компенсации вреда здоровью работающих с помощью методики адресной компенсации.

5. Рекомендации по снижению социально-экономических последствий профессиональной заболеваемости для работников от загрязнения атмосферного воздуха на основе использования предложенных методов и совершенствования законодательной базы.

Степень достоверности и апробация результатов работы

Степень достоверности полученных результатов и выводов определена использованием официальных опубликованных данных по загрязнению атмосферного воздуха, заболеваемости и риску для здоровья, затратам на медицинские и оздоровительные услуги, а также других статистических данных, представленных соответственно Росгидрометом, ФГБУ «Мосэкомониторинг», Роспотребнадзором, Росстатом; использованием современных и адекватных цели и задачам исследования технических и физико-математических методов, средств программирования, апробированной методологии оценки риска для здоровья и подходов к управлению риском.

Материалы диссертации были представлены и обсуждались на научных мероприятиях, в том числе на международных научно-практических конференциях: Научно практическая конференция «Наука – транспорту» (Москва, МИИТ, 2004), Конференция «Физиология и медицина» (Санкт-Петербург, СПбГУ, 2005), Научно-практическая конференция «Безопасность движения поездов» (Москва, МИИТ, 2005), Всероссийская выставка научно-технического творчества молодежи (Москва, ВВЦ, 2005 г.), Конференция

«Фундаментальные науки – медицине» (Москва, РАН, 2007), Всероссийская научная конференция «Технологии и материалы для экстремальных условий» (Туапсе, МЦАИ РАН, 2009), VII Международная конференция по реабилитологии (Москва, ФГБУ «Центр реабилитации УДП РФ», 2011), Международная конференция «Космическая погода: влияние на человека в космосе и на Земле» (Москва, ИКИ РАН, 2012), VI Международная научная конференция «Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах» (Белгород, НИУ «БелГУ», 2015), 19-я международная школа-конференция молодых ученых «Состав атмосферы. Атмосферное электричество. Климатические процессы (САТЭП)» (Туапсе, ИФА РАН, 2015), VIII международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы социально-экономической и экологической безопасности Поволжского региона» (Казанский филиал МИИТ, 2016), V Юбилейная Международная научно-практическая конференция «Техносферная и экологическая безопасность на транспорте (ТЭБТРАНС-2016)» (Санкт-Петербург, ПГУПС, 2016), VII Международная научная конференция «Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях» (Белгород, НИУ «БелГУ», 2017). Отдельные положения работы были представлены на научных семинарах в ИФА им. А.М. Обухова РАН (2013, 2014) и ВНИИЖГ Роспотребнадзора (2016).

Исследования и результаты автора поддержаны грантами Российского фонда фундаментальных исследований, Российского гуманитарного научного фонда, Программами фундаментальных исследований Президиума РАН.

Результаты диссертации в части разработки способа снижения социально-экономических последствий для населения, включая работников, от заболеваемости вследствие загрязнения атмосферы в городах отмечены Национальной экологической премией в 2010 г. (совместно с чл.-корр. РАН А.А. Макоско).

Исследования правовых аспектов работы осуществлялась при консультационной поддержке аппарата комитета Государственной Думы Федерального собрания РФ по науке и наукоемким технологиям в 2012-2014 гг.

Личный вклад автора заключается в определении цели и задач исследования, разработке программы исследования; сборе и анализе первичных материалов, нормативно-правовой документации; формулировании основных теоретических положений разработанных методов (методик); построении математических моделей и их численной реализации, проведении численных экспериментов, обработке, визуализации, анализе и интерпретации результатов экспериментов; разработке практических рекомендаций, формулировании выводов, личном участии в апробации результатов исследования и подготовке основных публикаций по выполненной работе. Разработка отдельных положений метода прогноза загрязнения атмосферы и обусловленного этим риска здоровью и метода анализа источников загрязнения атмосферы, а также отдельных блоков моделей осуществлялась совместно с А.А. Макоско, ИФА РАН (личное участие – 80 %). Подготовка в качестве рекомендаций проектных нормативно-правовых материалов выполнялась совместно с В.П. Фетисовым, Госдума РФ, ИПРАН РАН (личное участие – 85 %).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 49 научных работ, из них 18 статей – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 4 статьи – в изданиях, входящих в международные реферативные базы Web of Sciences, Scopus и др., 6 глав – в монографиях.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Объем работы составляет 279 страниц, включая 27 таблиц и 77 рисунков. Список литературы состоит из 302 источников. Работа содержит 2 приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во ВВЕДЕНИИ отражены актуальность темы исследования, степень ее разработанности, цель и задачи исследования, показаны научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, сформулированы положения, выносимые на защиту, представлены степень достоверности и апробация результатов исследования.

ПЕРВАЯ ГЛАВА посвящена комплексному анализу социально-экономических последствий профессиональной заболеваемости для работников от загрязнения атмосферного воздуха объектами транспортной инфраструктуры и путей их снижения.

Анализ загрязнения атмосферного воздуха объектами транспортной инфраструктуры (в данной работе – это стационарные объекты транспортного комплекса, являющиеся источниками выбросов в атмосферу, и передвижные объекты: автотранспортные средства, подвижной состав и т.д.) по данным МПР РФ на 2015 г. показал, что одним из основных источников загрязнения атмосферы на территории России является автотранспорт (передвижные источники), на долю которого приходится 44,2 % суммарного выброса загрязняющих веществ. Вклад передвижных источников железнодорожного транспорта составляет всего 0,5 % в общей совокупности выбросов в стране. Эмиссии от различных стационарных источников составляют 55,3 %. В структуре выбросов транспортного комплекса страны на долю автомобильного транспорта приходится более 90 % суммарного объема (без учета трубопроводного транспорта). В значительной части субъектов РФ эмиссии от передвижных источников автотранспорта составляют более половины от валовых выбросов, в части субъектов – достигают 70-90 %.

В 38 % городов России загрязнение воздуха оценивается как повышенное, высокое или очень высокое (в Москве – повышенное, в Санкт-Петербурге – повышенное/высокое). В 147 городах РФ среднегодовая концентрация одного или нескольких веществ превышает ПДК, в 34 городах максимальные концентрации превышают 10 ПДК. При этом, в городах с

повышенным загрязнением воздуха проживает 22 % городского населения, с высоким и очень высоким – 17 % городского населения. Состояние атмосферного воздуха непосредственно на территориях промышленных зон в рамках настоящей работы оценить не представлялось возможным в связи с отсутствием единой системы мониторинга загрязнения атмосферы на данном типе территорий.

Анализ состояния заболеваемости работников (профессиональной заболеваемости) в связи с влиянием загрязнения атмосферного воздуха представляет значительную трудность в связи с отсутствием необходимой статистики по заболеваемости, так как в настоящее время в России в качестве профессиональных заболеваний учитываются лишь нарушения здоровья работников, непосредственно связанные с влиянием производственных факторов. По данным Роспотребнадзора, в 2015 г. в стране зафиксировано около 1,5 тыс. случаев профессиональных заболеваний, связанных с загрязнением воздуха на рабочих местах (в основном, болезнью органов дыхания).

Наряду с этим, Международная организация труда (МОТ) и Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) определяют следующие понятия в отношении заболеваний, связанных с трудовой деятельностью человека: профессиональные заболевания (вследствие производственных факторов) и заболевания, связанные с работой (вследствие влияния иных факторов на рабочем месте: стресс, эргономика и т.д.). Так, в некоторых странах (Швеция, Швейцария) в качестве профессиональных учитываются оба типа заболеваний. Учитывая международный опыт, в настоящем исследовании используется понятие «профессиональные заболевания» в отношении различных неспецифических нарушений здоровья работников, которые могут быть обусловлены влиянием загрязненного атмосферного воздуха в процессе трудовой деятельности на экологически неблагоприятных территориях.

Так как данный фактор не связан с производством, для понимания тенденций экологически обусловленной заболеваемости работников

проанализированы результаты проведенных в последние годы исследований по изучению влияния техногенного загрязнения атмосферы на здоровье населения в целом, показывающие зависимость на популяционном уровне по основным классам болезней с загрязнением атмосферы. Работы по оценке риска здоровью населения (в том числе работающего населения) от загрязнения атмосферы показывают в основном повышенные или высокие уровни индивидуального канцерогенного риска (выше $1 \cdot 10^{-5}$, иногда – выше $1 \cdot 10^{-4}$ и даже $1 \cdot 10^{-3}$). Опасность неонкологических заболеваний часто характеризуется как повышенная (в 2-25 раз). Также по данным Роспотребнадзора в 2015 году 3,022 млн. случаев заболеваний населения ассоциируется с загрязнением атмосферы (болезни органов дыхания, эндокринной системы, крови, иммунной системы, новообразования и др.). Проведенный анализ позволяет сделать вывод о возможности влияния общего повышенного техногенного загрязнения атмосферного воздуха на заболеваемость работников.

Анализ социально-экономических последствий заболеваемости для работников в связи с загрязнением атмосферного воздуха, выполненный на основании изучения стоимости болезни и результатов исследований по оценке ущерба от заболеваний в связи с загрязнением окружающей среды, показал, что структура прямых (лечение, включая диагностику и реабилитацию; профилактика и др.) и косвенных (сервисные услуги, уход, издержки за период отсутствия на рабочем месте и из-за снижения производительности и др.) затрат пациента в связи с заболеванием в зависимости от ситуации может практически полностью совпадать со структурой затрат системы здравоохранения, работодателя, государства. Так, ежегодные затраты пациента только на терапию одного заболевания могут колебаться от единиц до десятков тысяч рублей. По данным Росстата за 2014 год, расходы семей в городах на платные услуги в области здравоохранения и отдыха в среднем на 1 члена семьи составили 53875,7 руб. Таким образом, для лиц, пребывающих на экологически неблагоприятных территориях, характерны дополнительные

финансовые потери, связанные с затратами на лечение, профилактикой болезней и упущенным заработком вследствие повышенной заболеваемости.

Анализ возможностей снижения социально-экономических последствий заболеваемости для работников вследствие загрязнения атмосферного воздуха, выполненный на основе изучения вопросов нормативно-правового обеспечения охраны здоровья граждан (в целом населения и работников), экологической безопасности атмосферного воздуха, возмещения экономического ущерба и других компенсационных мер вследствие вреда здоровью в связи с загрязнением атмосферного воздуха, показал, что закон предусматривает возможность возмещения ущерба гражданам вследствие вреда здоровью от загрязнения окружающей среды лишь в результате аварийной ситуации. Наряду с этим, в случае заболеваний для работающих граждан законом предусмотрено бесплатное оказание медицинской помощи и выплата пособий по временной нетрудоспособности. Однако в существующей системе социальных гарантий есть ряд ограничений. Поэтому нередко случаи заболевания работоспособных лиц связаны со снижением доходов вследствие недополучения заработной платы и с повышением расходов на оплату лекарств и медицинских услуг за счет собственных средств.

В целом последствия влияния общего фоновое загрязнения атмосферного воздуха на здоровье работников и остального населения в существующем законодательстве не находят отражение и не подлежат компенсации. При этом в зарубежной практике компенсаций работникам в отдельных развитых странах рассматривается возможность компенсации последствий заболеваний, не связанных непосредственно с вредными факторами производства, но обусловленных другими неблагоприятными условиями на работе, а также значительное внимание уделяется вопросам охраны здоровья работников, профилактике нарушений здоровья.

Таким образом, выполненный комплексный анализ показал актуальность и необходимость разработки специальных методов, направленных на компенсацию последствий экологически обусловленных заболеваний

работникам и повышение за счет этого их социально-экономической защищенности, снижение таким образом риска здоровью, улучшение качества жизни и условий труда.

Во ВТОРОЙ ГЛАВЕ представлена общая **постановка задачи исследования** и базовая методическая разработка – **методика адресной компенсации финансовых потерь работникам вследствие профессиональных заболеваний от загрязнения атмосферного воздуха.**

Подход к снижению социально-экономических последствий профессиональных заболеваний для работников в результате загрязнения атмосферного воздуха объектами транспортной инфраструктуры основан на принципе адресной компенсации финансовых потерь, которые могут возникать при этом у работающего в связи с нарушениями здоровья. Разработка данного подхода осуществлялась, исходя из представлений, что компенсация работникам должна определяться в соответствии с мерой риска для здоровья, обусловленного загрязнением воздуха; обязательства по формированию денежного фонда, предназначенного для компенсационных выплат, следует возложить на объекты, ответственные за воздействие на атмосферный воздух на конкретной производственной территории.

Основная задача адресной компенсации работникам заключается не в полном возмещении ущерба вследствие заболеваний в принципе, а в снижении потенциальных финансовых потерь работающих граждан и поддержания их социально-экономического благополучия при повышенном риске для здоровья, обусловленным повышенным фоновым загрязнением атмосферы. Для решения поставленной задачи предлагается использовать известный способ управления финансовыми рисками – «хеджирование», представляющий особую форму страхования, предназначенную не для полной компенсации убытков в экстремальной ситуации, а для сохранения экономического положения на стабильном уровне при наступлении неблагоприятных, но не чрезвычайных условий.

При этом возмещение ущерба работникам на основе хеджирования не может осуществляться само по себе, так как для решения данной задачи необходимы также специальные подходы по определению вероятности наступления страхового случая (прогнозу риска здоровью) и размера страховой премии (стоимости страховых контрактов), а также определения объектов, ответственных за загрязнение атмосферного воздуха на конкретной производственной территории. В связи с этим предложен методический комплекс, который состоит из методики адресной компенсации финансовых потерь работникам вследствие профессиональных заболеваний от загрязнения атмосферного воздуха, метода прогноза загрязнения атмосферного воздуха и обусловленного этим риска для здоровья и метода анализа источников загрязнения атмосферы. В главах диссертации подробно рассмотрены данные методические разработки.

На рисунке 1 представлена общая методология исследования, согласно которой на начальном этапе выполнялся анализ загрязнения атмосферного воздуха, заболеваемости и ее социально-экономических последствий для работников, а также возможностей их снижения на основе данных Минприроды России, Роспотребнадзора, Росстата, законодательства РФ, результатов последних научных исследований, зарубежного опыта, позволивший сделать выводы об актуальности исследования, определить необходимые для последующей разработки вопросы.

На основном этапе работы создавалась методика адресной компенсации финансовых потерь работникам вследствие профессиональных заболеваний от загрязнения атмосферного воздуха с использованием подхода по управлению финансовыми рисками на основе хеджирования, а также необходимые для ее применения метод прогноза загрязнения атмосферного воздуха и обусловленного этим риска для здоровья (на основе теории чувствительности и методологии оценки риска здоровью Агентства по охране окружающей среды США (U.S. EPA), принятой в России в виде Руководства по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих

окружающую среду Р 2.1.10.1920-04) и метод анализа источников загрязнения атмосферы (на основе математического аппарата основных и сопряженных уравнений переноса и диффузии примесей, разработанного Г.И. Марчуком).



Рисунок 1 – Структурная схема исследования

На заключительном этапе разрабатывались рекомендации, включающие предложения по применению разработанного методического комплекса, созданию и совершенствованию нормативно-правовой базы в сфере экологического и социального страхования и охраны труда для обеспечения

возможности практической реализации адресной компенсации финансовых потерь работникам.

Методика адресной компенсации финансовых потерь работникам вследствие профессиональных заболеваний от загрязнения атмосферного воздуха построена с учетом опыта применения хеджирования для компенсации убытков, обусловленных нефинансовыми рисками, в смежной области на примере снижения негативных экономических последствий от влияния погодных условий на некоторые отрасли экономики России. Компенсация убытков работникам в связи с экологически обусловленными заболеваниями на основе хеджирования предполагает взаимодействие трех основных участников: работника, источника выбросов в атмосферу (далее – загрязнителя), контрагента (страхового фонда). Это взаимодействие регулируется специальным контрактом (экологическим деривативом), в соответствии с которым одна из сторон (работник, пребывающий на загрязненной территории) «перекладывает» риск для своего здоровья на другую сторону (например, страховой фонд) (рисунок 2). Однако, все финансовые обязательства, возникающие при этом у работника (оплата страховой премии), перекладываются на загрязнителя воздуха.

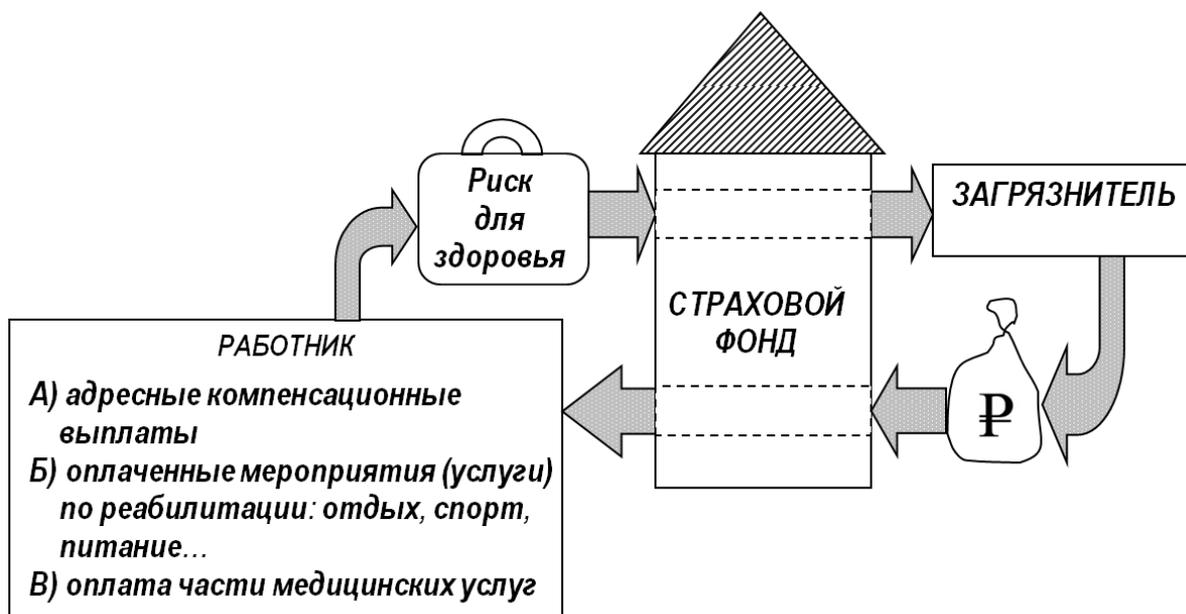


Рисунок 2 – Принципиальная схема адресной компенсации

Экологический контракт может быть оформлен в различных вариантах, определяющих схему хеджирования (компенсации). Базовым активом (индексом) контракта, на основании которого осуществляются расчеты, являются количественные характеристики риска для здоровья, обусловленного загрязнением атмосферного воздуха. Фактом нанесенного вреда работникам будет являться повышенный уровень риска. В соответствии с концепцией хеджирования компенсация работникам в случае повышенного риска для здоровья и возросших потенциальных затрат на профилактику, лечение и реабилитацию перекладывается исключительно на загрязнителя и не требует привлечения бюджетных средств.

Компенсация может иметь различные формы: денежную (адресные выплаты) или натуральную (лечебно-оздоровительные мероприятия). В случае, если фактически наблюдаемый риск ниже установленного в контракте приемлемого уровня, загрязнитель, в зависимости от типа контракта (схемы хеджирования), может получать выплату, соответствующую разнице между установленным в контракте уровнем и наблюдаемым воздействием.

Условно порядок осуществления хеджирования в рамках рассматриваемой задачи можно разделить на несколько этапов. На первом этапе выполняется оценка (прогноз) загрязнения атмосферы и обусловленного этим риска заболеваний, с учетом которого определяются проблемные территории и уровень воздействия источников на данные территории; составляется градация уровней риска по степени опасности для здоровья; при необходимости осуществляется идентификация источников, ответственных за загрязнение воздуха (определяется местоположение и мощность выбросов, оценивается их вклад в общий уровень загрязнения на рассматриваемой территории).

Следующий этап включает определение возможных видов ущерба в связи с нарушением здоровья (например, на основе Методических рекомендаций к экономической оценке рисков для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания МР 5.1.0029-11), стоимости базового индекса (риска)

и потенциальных финансовых потерь работающих в результате заболеваний в течение страхового периода на основании полученных результатов прогноза риска здоровью.

Далее в зависимости от полученных оценок и существующих условий могут быть выбраны различные схемы хеджирования, которым соответствуют различные типы контрактов. В наибольшей степени целям настоящего исследования отвечают контракты типа «своп», «коллар», «опцион». Определяются характеристики данных контрактов (в том числе размеры выплат и т.п.) с учетом результатов прогноза загрязнения атмосферного воздуха и обусловленного этим риска здоровью, идентификации параметров источников выбросов, оценки стоимости риска (степени ущерба).

Завершающим этапом является исполнение контракта по истечении установленного срока с осуществлением положенных выплат.

Предложенный методический подход представляет собой концептуальную основу (модель) осуществления адресной компенсации работникам при неблагоприятных экологических условиях. Очевидно, что в дальнейшем требуется уточнение и более детальная разработка отдельных этапов или разделов представленного подхода с участием профильных специалистов, а также внесение соответствующих изменений в законодательство.

Основным ожидаемым положительным эффектом в результате введения адресной компенсации работникам вследствие заболеваний от загрязнения атмосферного воздуха является повышение возможностей у работающих для профилактики экологически обусловленной заболеваемости и снижение таким образом риска для здоровья, улучшение качества жизни и условий труда. При этом государственный бюджет разных уровней дополнительных расходов не несет, так как финансовые обязательства по компенсации распределяются исключительно среди загрязнителей. Таким образом, разработанная научно-методическая база направлена также на мотивацию загрязнителей к

сокращению выбросов в атмосферу и улучшение за счет этого качества воздуха, что, в свою очередь, также ведет к снижению риска для здоровья.

ТРЕТЬЯ ГЛАВА представляет метод прогноза загрязнения атмосферного воздуха и обусловленного этим риска для здоровья, предназначенный для выделения приоритетных неблагополучных территорий по фактору загрязнения атмосферы с целью применения там системы адресной компенсации работающим убытков, обусловленных данным фактором; для уточнения порогового уровня риска, относительно которого осуществляются компенсационные выплаты; для заблаговременной оценки загрязнения воздуха и риска здоровью с целью определения стоимости контрактов (размера премии). Метод основан на применении методологии оценки риска U.S. EPA (Руководство Р 2.1.10.1920-04) и методов теории чувствительности, использование которых обусловлено необходимостью учета вариабельности выбросов, условий рассеивания примесей и климатических изменений.

Определим термины: вектор состояния и вектор параметров. Под вектором состояния понимается вектор $R = (r, h)'$, составляющими которого являются канцерогенный риск $r = \sum r_i$ и показатель относительной опасности неонкологических заболеваний $h = \sum h_j$, обусловленные соответственно i -ми канцерогенными и j -ми неканцерогенными примесями. Под вектором параметров понимается вектор $\alpha = (Y, f_i)'$, составляющие которого описывают управляющие воздействия на модель рисков (опасности) заболеваний: значения метеовеличин Y и характеристики источников примесей f . Определим в общем виде канцерогенный риск и опасность неонкологических заболеваний:

$$r_i = r_i(q_i(Y, f_i)), \quad h = q_j(Y, f_j)/q_{jm}, \quad (1)$$

где q – концентрация вещества; q_{jm} – предельно допустимая (референтная) концентрация j -го вещества.

Введем в рассмотрение функцию чувствительности

$$G = \partial R / \partial \alpha, \quad (2)$$

которая представляет собой изменения вектора состояния, соответствующие единичным вариациям составляющих вектора параметров, т. е. частные

производные от решений уравнений (1) по составляющим вектора параметров в области невозмущенных решений.

Согласно выражениям (1) r_i и h_j есть функции от концентрации загрязняющей примеси. Поэтому преобразуем правую часть соотношения (2) к виду:

$$\partial R/\partial \alpha = \partial R/\partial q \cdot \partial q/\partial \alpha. \quad (3)$$

Производная $\partial R/\partial q = (\partial r/\partial q, \partial h/\partial q)'$ является функцией чувствительности вектора состояния к изменениям концентрации загрязняющих примесей и известна *a priori* из результатов медико-биологических исследований. Составляющими функции чувствительности $\partial R/\partial q$ являются единичный фактор канцерогенного риска для i -го вещества F_i , м³/мкг, и показатель относительной опасности неонкологических заболеваний для j -го вещества H_j , мкг/м³, или в общем виде

$$\partial R/\partial q = (F, (H)^{-1})', \quad (4)$$

где $F = (F_i)'$, $H = (H_j)'$.

Расчет составляющих производной $\partial q/\partial \alpha = (\partial q/\partial Y, \partial q/\partial f)'$ производится на основе решения трехмерного уравнения переноса и диффузии (эволюции) загрязняющей примеси в атмосфере, записанного в вариациях относительно невозмущенного состояния. Полученные в результате решения этого уравнения трехмерные поля функций чувствительности $Q = \partial q/\partial \alpha$ позволяют количественно оценивать изменения составляющих вектора состояния (Δq_i), соответствующих заданному полю вариаций параметров ($\Delta \alpha$), т. е. $\Delta q = Q \cdot \Delta \alpha$.

Таким образом, выражения в общем виде для расчета риска здоровью приобретает вид

$$\Delta r_i = F_i \cdot Q_i \cdot \Delta \alpha_i - \text{для канцерогенного риска}; \quad (5)$$

$$\Delta h_j = (H_j)^{-1} \cdot Q_j \cdot \Delta \alpha_j - \text{для опасности неонкологических заболеваний}. \quad (6)$$

Полученные выражения для расчета Δr_i , Δh_j составляют основу прогноза риска заболеваний человека вследствие загрязнения атмосферного воздуха. Заблаговременность такого прогноза может составлять несколько десятилетий.

Для апробации представленного подхода разработана численная модель прогноза загрязнения атмосферного воздуха (на языке Фортран). Получаемые при этом результаты моделирования есть поля единичных концентраций, представляющие собой функции чувствительности Q системы на воздействие источников с единичным выбросом. Модель построена на базе трехмерного уравнения переноса и диффузии примесей в атмосфере

$$\frac{\partial q}{\partial t} + u \frac{\partial q}{\partial x} + v \frac{\partial q}{\partial y} + (w - w_g) \frac{\partial q}{\partial z} + \sigma q - \frac{\partial}{\partial z} k \frac{\partial q}{\partial z} - \mu \nabla^2 q = f, \quad (7)$$

где q – концентрация примеси; u, v, w – компоненты вектора скорости ветра вдоль осей x, y, z , соответственно; w_g – скорость седиментации вещества; σ – параметр, обратный величине интервала времени, за который интенсивность выделения примеси по сравнению с начальным значением уменьшается в e раз; k, μ – вертикальный и горизонтальный коэффициенты турбулентности; ∇^2 – оператор Лапласа; $f = \sum_i I_{qi} \delta(x - x_i)(y - y_i)(z - z_i)$; I_{qi} – интенсивность i -го источника примеси; δ – дельта-функция Дирака.

В процессе работы с моделью получены выводы о том, что функции чувствительности концентрации к вариациям метеорологических характеристик много меньше по сравнению с вариациями интенсивности источника выбросов. Поэтому в экспериментах рассматривались только функции чувствительности к изменениям в работе источников примесей. При этом параметры атмосферы принимались на уровне климатических. В связи с этим основное уравнение модели в вариациях относительно невозмущенного состояния имеет вид

$$\frac{\partial \delta q}{\partial t} + \bar{u} \frac{\partial \delta q}{\partial x} + \bar{v} \frac{\partial \delta q}{\partial y} + \bar{w} \frac{\partial \delta q}{\partial z} + \sigma \delta q - \frac{\partial}{\partial z} k \frac{\partial \delta q}{\partial z} - \mu \nabla^2 \delta q = \delta f. \quad (8)$$

Модель охватывает ограниченную территорию Московского региона, имеющую вид прямоугольного параллелепипеда. Сеточная область модели составляет $36 \times 36 \times 3$ узлов, что соответствует размерам области $108 \times 108 \times 0,25$ км. Счетные уровни располагаются на высотах 1 м, 50 м и 250 м. Шаг сетки

модели – 3 км. Модель включает блок расчета параметров пограничного слоя атмосферы: вертикального и горизонтальных коэффициентов турбулентности, горизонтальной и вертикальной скорости, высоты приземного слоя, скорости седиментации для тяжелой примеси. Учитывается влияние подстилающей поверхности. Отсутствует учет недиагональных членов тензора турбулентной диффузии вследствие их слабой изученности. Не учитываются в явном виде также фотохимические процессы, коагуляция, поглощение каплями тумана и осадков, радиоактивный распад. Учет этих процессов осуществляется неявно.

Проведены численные эксперименты по долгосрочному прогнозу загрязнения атмосферного воздуха и обусловленного этим риска здоровью работающего населения на территории г. Москвы на 30- и 70-летний периоды соответственно для неонкологических и онкологических заболеваний. Расчеты были проведены с 1 января 2005 г. для высот 1 м (у земной поверхности) и 50 м (верхние этажи административных и жилых зданий) с учетом дифференцированной экспозиции работающего населения. В качестве источников выбросов взяты автотранспорт и промышленные зоны столицы. Ввиду отсутствия всех необходимых данных по перечню выбрасываемых в атмосферу примесей, рассматривалось пять загрязняющих веществ (диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода, формальдегид, свинец), два из которых обладают также канцерогенным эффектом (формальдегид, свинец).

В работе использовалась прогностическая метеорологическая информация для территории Московского региона, полученная в результате экспериментов с совместной моделью общей циркуляции атмосферы и океана ИВМ РАН по моделированию изменения климата в XXI в. по трем основным сценариям A2, A1B, B1, разработанным Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК)).

Также были определены сценарии развития промышленности и автотранспорта на территории Москвы на основе доступной информации о планируемом развитии города (Генплан развития Москвы до 2025 г.). По промышленности выбрано 2 сценария развития: нулевой (выбросы не

меняются) и оптимистичный (сокращаются площади промзон и снижаются выбросы). Развитие автотранспорта предполагает 3 сценария: пессимистичный (рост выбросов при отсутствии мер по улучшению дорожного движения, качества топлива и технического состояния автомобилей), нулевой (выбросы не меняются) и оптимистичный (сокращение выбросов за счет проведения мероприятий по уменьшению негативного воздействия автотранспорта на окружающую среду). Сценарии изменения климата, промышленности и транспорта сформированы в группы в различных комбинациях.

По результатам расчетов построены карты распределения прогнозируемых уровней неканцерогенной опасности и индивидуального риска онкологических заболеваний. В таблицах 1, 2 приведены данные обобщенного анализа полученных карт в виде средневзвешенных по территории Москвы показателей опасности заболеваний и канцерогенного риска. В этих же таблицах представлены значения h и r по всем сценариям развития транспорта и промышленности, рассчитанные с климатическими данными, зафиксированными на уровне 2005 г. (т.е. без учета изменения климата в последующие годы), позволяющие провести сравнение и оценить влияние именно климатических изменений по различным сценариям на показатели риска здоровью. Также были рассчитаны риски в отдельных районах Москвы.

Таблица 1 – Опасность неонкологических заболеваний на территории Москвы при различных сценариях изменения климата и развития города

Сценарии развития транспорта и промзон	Высотный уровень	Показатель опасности заболеваний, h			
		Сценарий изменения климата А2	Сценарий изменения климата А1В	Сценарий изменения климата В1	Климатические данные 2005 г.
Т1 + П1	1 м	8,08	7,94	8,29	8,19
	50 м	1,85	1,81	1,88	1,84
Т2 + П1	1 м	4,51	4,43	4,63	4,58
	50 м	1,03	1,00	1,05	1,02
Т3 + П2	1 м	2,34	2,30	2,40	2,37
	50 м	0,54	0,52	0,55	0,53

Таблица 2 – Индивидуальные риски онкологических заболеваний на территории Москвы при различных сценариях изменения климата и развития города

Сценарии развития транспорта и промзон	Высотный уровень	Индивидуальный риск онкологических заболеваний, r			
		Сценарий изменения климата А2	Сценарий изменения климата А1В	Сценарий изменения климата В1	Климатические данные 2005 г.
Т1	1 м	$1,04 \cdot 10^{-4}$	$9,00 \cdot 10^{-5}$	$7,25 \cdot 10^{-5}$	$9,50 \cdot 10^{-5}$
	50 м	$2,64 \cdot 10^{-5}$	$2,08 \cdot 10^{-5}$	$1,33 \cdot 10^{-5}$	$2,19 \cdot 10^{-5}$
Т2	1 м	$5,18 \cdot 10^{-5}$	$4,48 \cdot 10^{-5}$	$3,61 \cdot 10^{-5}$	$4,73 \cdot 10^{-5}$
	50 м	$1,32 \cdot 10^{-5}$	$1,03 \cdot 10^{-5}$	$6,62 \cdot 10^{-6}$	$1,09 \cdot 10^{-5}$
Т3	1 м	$3,06 \cdot 10^{-5}$	$2,65 \cdot 10^{-5}$	$2,13 \cdot 10^{-5}$	$2,80 \cdot 10^{-5}$
	50 м	$7,77 \cdot 10^{-6}$	$6,11 \cdot 10^{-6}$	$3,91 \cdot 10^{-6}$	$6,46 \cdot 10^{-6}$

Критерии оценки риска основаны на принципе приемлемости. Приемлемым уровнем показателя относительной опасности неонкологических заболеваний считается единица. Канцерогенный риск, равный и менее $1 \cdot 10^{-6}$, считается пренебрежимо малым; от $1 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^{-4}$ – приемлемым; равный и более $1 \cdot 10^{-4}$ – высоким, неприемлемым; равный и более $1 \cdot 10^{-3}$ – неприемлемым даже для профессиональных групп.

Результаты экспериментов показали повышенную прогнозируемую неканцерогенную опасность (по пяти веществам) – в 2-9 раз в зависимости от сценария. Уровни канцерогенного риска (по формальдегиду и соединениям свинца), обусловленного выбросами автотранспорта, будут находиться в рамках допустимых значений. При пессимистичном сценарии развития Москвы и наибольшем потеплении климата в отдельных районах канцерогенный риск может превышать приемлемые значения. В долгосрочной перспективе можно ожидать изменение уровня риска здоровью в 1,5-3 раза. При этом одно лишь изменение климата при одной и той же интенсивности загрязнения способно более чем на треть изменить уровень риска здоровью. Результаты экспериментов говорят о целесообразности учета прогнозируемых изменений климата и дают возможность увидеть тенденции изменения уровня заболеваний в далекой перспективе, что очень важно при заблаговременной оценке

последствий загрязнения атмосферного воздуха для здоровья работников и других категорий населения. Выполненные эксперименты подтвердили работоспособность предложенного метода.

В ЧЕТВЕРТОЙ ГЛАВЕ представлен метод анализа источников загрязнения атмосферы, предназначенный для уточнения характеристик (местоположения, мощности эмиссии) объектов, выбросы которых влияют на загрязнение воздуха на конкретной территории. Идентификация источников выбросов также позволяет установить их вклад в общий уровень загрязнения воздуха с целью последующего определения степени их участия (величины платы) в компенсации вреда здоровью работающих. Актуально применение метода для определения неучтенного источника или в ситуации аварийных выбросов, когда требуется оперативная идентификация загрязнителя и масштабов его воздействия на атмосферный воздух.

Метод анализа источников загрязнения атмосферы основан на минимизации специального функционала, построенного с помощью основного и сопряженного решений задачи эволюции примеси в воздушной среде. Суть метода заключается в том, что с помощью наблюдений за концентрацией примесей (экологического мониторинга) и результатов расчетов сопряженных функций на основе специально построенного функционала, характеризующего концентрацию примеси в заданных зонах, установлена возможность идентифицировать мощность выбросов источников, местоположение и вклад каждого из них в общий уровень загрязнения.

Пусть в области Ω имеется m источников загрязнения воздуха, каждый из которых располагается в зоне G_i ($i=1, \dots, m$) и характеризуется интенсивностью $I_i \delta(x-x_i) \delta(y-y_i) \delta(z-z_i)$, где δ – дельта-функция Дирака, а x_i, y_i, z_i – координаты источников загрязнения. Предположим, что в n зонах D_k ($k=1, \dots, n$) области Ω имеются измерения концентрации загрязняющей примеси q_0, q_τ соответственно в моменты времени $t=0$ и $t=\tau$. Требуется в каждой i -й зоне определить среднюю за период τ интенсивность \bar{I}_i .

Основной задаче эволюции примеси (7) поставим в соответствие сопряженную задачу на основе тождества Лагранжа

$$-\frac{\partial q^*}{\partial t} - \frac{\partial uq^*}{\partial x} - \frac{\partial vq^*}{\partial y} - \frac{\partial wq^*}{\partial z} + \frac{\partial w_g q^*}{\partial z} + \sigma q^* - \frac{\partial}{\partial z} k \frac{\partial q^*}{\partial z} - \mu \nabla^2 q^* = p \quad (9)$$

где q^* - функция, сопряженная концентрации примеси; p - характеристика измерений примеси, и получим для каждой из зон D_k функционал

$$J_k = \int_{\Omega} q_{ko} q_{ko}^* d\Omega' + \int_0^{\tau} dt \int_{\Omega} I q_k^* d\Omega', \quad k=1, \dots, n, \quad (10)$$

где q_k^* - решение сопряженной задачи в зоне D_k ; q_{ko}^* - значение q_k^* при $t=0$; q_{ko} - концентрация примеси в момент $t = 0$ в зоне D_k .

В результате преобразований получаем выражение

$$J_k = \int_{\Omega} q_{ko} q_{ko}^* d\Omega' + \sum_{i=1}^m \bar{I}_i \int_0^{\tau} q_{ki}^* dt, \quad (11)$$

Здесь J_k есть средняя концентрация примеси в зоне D_k за период τ , т.е.

$J_k = \bar{q}_k = (q_{ko} + q_{k\tau})/2$. Из условия минимума разности $\varepsilon = (J_k - \bar{q}_k)$ стандартными методами (напр., методом наименьших квадратов) легко получается система линейных уравнений относительно \bar{I}_i , подлежащих определению. Преимуществом данного метода является не только оценка интенсивности источника, но возможность определения местоположения источника и, при необходимости, времени его работы или действия.

Для реализации предложенного метода построена численная модель идентификации источников загрязнения атмосферы на основе сопряженного уравнения переноса и диффузии (эволюции) примеси и системы линейных уравнений относительно \bar{I}_i , реализующих задачу идентификации мощности источника методом наименьших квадратов. Данная модель позволяет определить месторасположение источника и интенсивность выбросов. Блок модели для решения сопряженного уравнения эволюции примеси во многом

построен идентично представленной в главе 3 диссертации модели прогноза загрязнения атмосферы. Это касается как методов численного решения уравнений эволюции примеси, так и территории, на которой реализована модель, вертикальной структуры модели и способу описания физических процессов в пограничном слое атмосферы. Шаг горизонтальной сетки данной модели составляет 1 км.

Получаемые результаты моделирования представляют собой поле значений мощности (интенсивности) выбросов \bar{I}_i . Область максимальных значений поля интенсивности свидетельствует о том, что в данной точке пространства расположен источник эмиссии рассматриваемой примеси. Соответственно, данное максимальное значение интенсивности есть искомая величина выбросов загрязняющего вещества в атмосферу данным источником.

Для *апробации метода* с моделью проведена серия тестовых расчетов, суть которых заключается в определении интенсивности выбросов от источника и сравнении ее с известными значениями интенсивности выбросов. Таким образом, определяются погрешности, обусловленные методическими особенностями данного подхода и вычислениями, т.е. оценивается точность идентификации. В экспериментах моделировались 4 ситуации – определение выбросов низкого или приземного (1 м) и высокого источников (50 м) по данным приземных наблюдений за концентрацией веществ и по данным наблюдений на высоте 50 м. Расчеты показали достаточную эффективность определения места и мощности выбросов. Точность идентификации приземных источников в зависимости от условий составляет 70-90 % на расстоянии 1-5 км. Определение мощности высокого источника возможно с точностью 60-70 %.

В результате апробации метода в условиях реального загрязнения атмосферы на примере мощных выбросов сероводорода в г. Москве (10.11.2014 г.) установлено местоположение и мощность предполагаемого источника. Построено поле интенсивностей (выбросов) источника. Область данного поля с максимальными значениями, свидетельствующая о местонахождении в этой области источника загрязнения, совпадает с

территорией Московского нефтеперерабатывающего завода (рисунок 3). Наибольшие уровни интенсивности поступления H_2S составляют с учетом возможной погрешности порядка 1900 г/с и определяются на высоте 50 м, что говорит о приподнятом или высоком источнике.

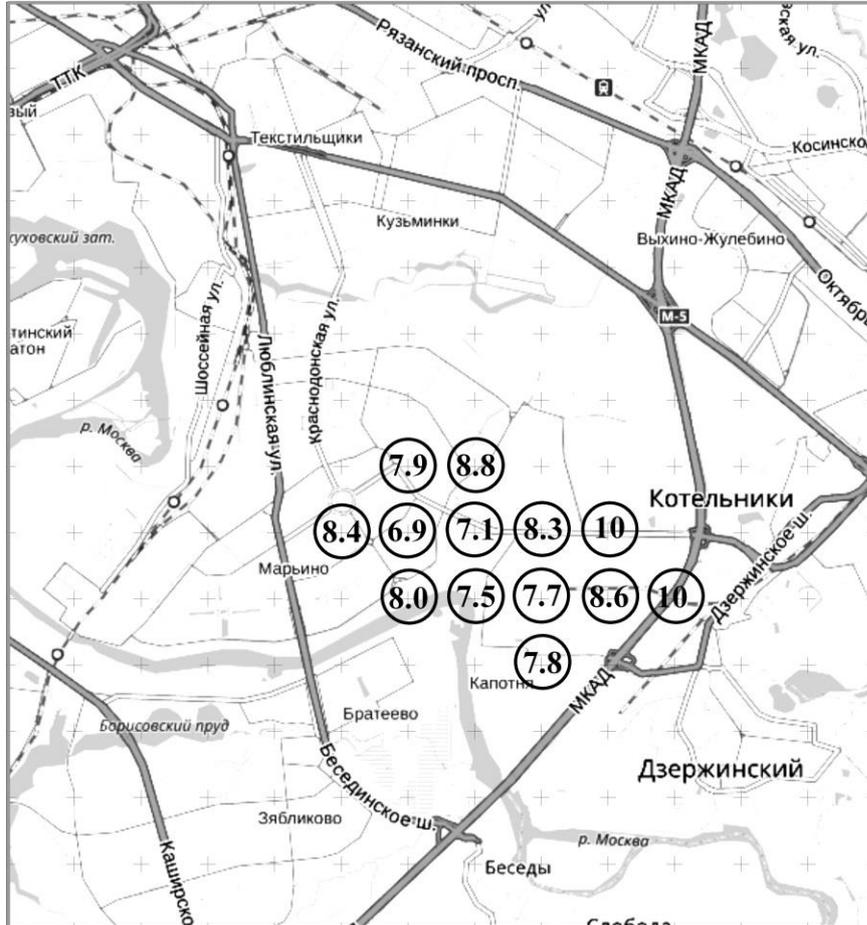


Рисунок 3 – Поле интенсивностей источника выбросов H_2S в Москве 10.11.2014 г. на уровне 50 м (область максимальных значений). В кружках приведены значения интенсивности выбросов в условных единицах. «10» соответствует максимальному значению выбросов. Оставшаяся вне кружков территория характеризуется значительно меньшими значениями интенсивности выбросов

Результаты аэробации свидетельствуют о работоспособности представленного метода и возможности получения на его основе высоких характеристик идентификации источников загрязнения атмосферы. Метод может применяться для определения источников выбросов в масштабе города или района мегаполиса (на расстоянии до 10 км от места выбросов). В зависимости от численной реализации метода, описания физических процессов

в атмосфере условия его применения могут быть расширены и повышены точностные характеристики идентификации.

ПЯТАЯ ГЛАВА посвящена разработке **рекомендаций по снижению социально-экономических последствий профессиональной заболеваемости для работников от загрязнения атмосферного воздуха.**

Представлены рекомендации по применению разработанного методического комплекса. В методике адресной компенсации финансовых потерь работникам вследствие профессиональных заболеваний от загрязнения атмосферного воздуха предложенные традиционные схемы (типы) контрактов могут быть дополнительно скорректированы или скомбинированы применительно к риску для здоровья. Контракты типа «своп» и «коллар» наиболее целесообразно использовать в случае пограничного влияния источника выбросов на рассматриваемую территорию, когда возможно как небольшое повышение риска, так и отсутствие негативного воздействия. В этом случае на загрязнителя ложится минимальная финансовая нагрузка. Если же загрязнение атмосферы от конкретного источника является очевидным и достаточно высоким, целесообразно использовать контракт типа «опцион», когда загрязнитель при заключении договора платит премию, определяемую на основании прогноза риска для здоровья. Таким образом, загрязнитель застрахован от еще больших затрат в случае, если фактический риск окажется выше прогнозируемого.

Осуществление выплат работникам и, в некоторых случаях, загрязнителям должно осуществляться через контрагента. В настоящей работе с этой целью предлагается создать специальный фонд, но также эта функция может быть возложена на фонд социального страхования или медицинского страхования, страховые компании, банк и т.п. Компенсацию рекомендуется осуществлять в виде адресных денежных выплат и/или в виде частично или полностью оплаченных профилактических мероприятий: занятий различными видами фитнеса, здорового питания, лечения и реабилитации.

Метод прогноза загрязнения атмосферного воздуха и обусловленного этим риска для здоровья может использоваться для выделения приоритетных неблагоприятных территорий по фактору загрязнения атмосферы с целью применения там системы адресной компенсации работающим убытков, обусловленных данным фактором; для уточнения порогового уровня риска, относительно которого осуществляются компенсационные выплаты; для определения размера премии (стоимости) контрактов.

Метод позволяет использовать климатические значения метеопараметров, характеризующих рассеивание примесей в атмосфере, однако наиболее предпочтительно применение прогнозируемых значений параметров атмосферы на период действия контракта.

Применение метода требует наличие баз данных об источниках загрязнения атмосферы и о показателях зависимости «доза-ответная реакция» по загрязняющим веществам. Кроме этого, в дальнейшем необходимо уточнение критериев оценки опасности загрязнения атмосферного воздуха для здоровья работников (популяции работающего населения) с учетом решаемой задачи.

Метод анализа источников загрязнения атмосферы на основе идентификации мощности и места выбросов рекомендуется использовать в случаях, когда необходимо уточнить данные по выбросам от конкретного источника или степень участия разных источников в загрязнении воздуха на рассматриваемой территории (для определения величины платы при компенсации вреда здоровью работающих), а также для определения неучетного источника или в ситуации аварийных выбросов, когда требуется оперативная идентификация загрязнителя и масштабов его воздействия на атмосферный воздух.

Применение модели идентификации источников загрязнения атмосферы, представленной в главе 4 диссертации, возможно, по крайней мере, на расстоянии 10 км от места выбросов с удовлетворительной точностью. Для определения источника можно построить другие модели с другой численной

реализацией и способом описания процессов в атмосфере, если это не ухудшит точность получаемых оценок мощности и местоположения выбросов.

Для анализа источников загрязнения атмосферного воздуха необходимо наличие развитой сети экологического мониторинга.

Применение представленных методов возможно лишь при создании необходимой законодательной базы. В связи с этим разработаны предложения по созданию и совершенствованию нормативно-правовой документации для снижения социально-экономических последствий заболеваемости от загрязнения атмосферного воздуха для работников (и населения в целом).

Предложения по созданию проектов нормативно-правовых документов для реализации адресной компенсации работникам финансовых потерь вследствие заболеваний от загрязнения атмосферного воздуха представляют собой материалы для подготовки предложений по внесению изменений в российское законодательство для создания правового механизма социально-экономической защиты населения (в целом) в условиях постоянного загрязнения окружающей среды. В рамках этой задачи разработаны проекты Федерального закона, Положения о Фонде и Типового положения о договоре, направленные на обеспечение осуществления экологического страхования населения, подверженного постоянному воздействию загрязненного атмосферного воздуха. Данные разработки также могут быть использованы для работающего населения.

Рекомендации по корректировке норм трудового законодательства представляют собой предложения по совершенствованию нормативно-правовой базы в части оценки условий труда с целью возможности учета фактора фонового загрязнения атмосферного воздуха на производственных территориях (и в помещениях) и его воздействия на здоровье трудящихся во время пребывания на работе. Эти изменения необходимы для реализации механизма адресной компенсации работникам финансовых потерь из-за экологически обусловленных заболеваний. Кроме этого, необходимо уточнение

отдельных положений законов и других документов, касающихся охраны здоровья и социально-экономической защиты работающих.

Представленные рекомендации по снижению социально-экономических последствий профессиональной заболеваемости для работников от загрязнения атмосферного воздуха определяют общие условия применения разработанных методов, так как результатом диссертационного исследования является общее теоретико-методическое обоснование (модель) для решения данной задачи. Показана необходимость дальнейшего экспертного обоснования предложенных решений с целью детальной проработки отдельных этапов и условий реализации представленных методов, организационных вопросов с привлечением специалистов из области транспорта, охраны труда, экологии, медицины, юриспруденции, экономики, управления.

На начальном этапе рекомендуется апробация разработанных методов на примере для адресной компенсации финансовых потерь от экологически обусловленных заболеваний в относительно небольшой популяции работающих (в небольшом городе или отдельном городском районе). Это позволит выявить характерные достоинства и недостатки и на этой основе доработать детали методического комплекса, определить условия применения и довести до практической реализации.

Практическая реализация предложенного методического комплекса требует привлечения административных ресурсов и принятия управленческих решений на государственном уровне.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате анализа загрязнения атмосферного воздуха выявлено, что значительная часть работников и других категорий населения России (около 40 %) осуществляет трудовую деятельность и проживает в условиях повышенного (высокого, очень высокого) загрязнения атмосферы, в основном, вследствие выбросов транспортного комплекса.

2. Анализ исследований по экологически обусловленной заболеваемости позволяет сделать вывод о возможности влияния техногенного загрязнения

атмосферного воздуха на заболеваемость работников, чья трудовая деятельность осуществляется в условиях общего повышенного загрязнения атмосферы.

3. В результате анализа социально-экономических последствий заболеваемости и путей их снижения установлено, что для лиц, пребывающих на территориях с повышенным загрязнением атмосферного воздуха, характерны дополнительные финансовые потери, связанные с затратами на лечение, профилактикой и упущенным заработком вследствие повышенной заболеваемости. Данный вид ущерба не подлежит компенсации.

4. Результаты исследования зарубежного опыта позволяют рассматривать заболевания работников, возникающие или усугубляемые неблагоприятными экологическими условиями на рабочем месте, не связанными непосредственно с производством, в качестве профессиональных или заболеваний, связанных с работой. В зарубежной практике в отдельных странах рассматривается возможность компенсации работникам последствий данных заболеваний.

5. Предложена методика адресной компенсации финансовых потерь работникам вследствие профессиональных заболеваний от загрязнения атмосферного воздуха, направленная на снижение дополнительных потенциальных финансовых потерь работающих, поддержание их социально-экономического благополучия и улучшение таким образом качества жизни и условий труда при повышенном риске здоровью в неблагоприятных экологических условиях на производственной территории. Использование методики предполагает ее применение в комплексе с разработанным методом анализа источников загрязнения атмосферы и методом прогноза загрязнения атмосферного воздуха и обусловленного этим риска для здоровья.

6. Предложен метод прогноза загрязнения атмосферного воздуха и обусловленного этим риска для здоровья, базирующийся на применении методов теории чувствительности. Это позволяет обеспечить простоту реализации и получения качественных прогностических оценок риска здоровью. Метод предназначен для выявления приоритетных проблемных

территорий для реализации системы адресной компенсации последствий экологически обусловленных заболеваний; определения порогового уровня риска, относительно которого осуществляется адресная компенсация работникам соответствующих финансовых потерь; прогноза риска здоровью (вероятности страхового случая) для определения стоимости страховых контрактов.

7. Для апробации метода прогноза загрязнения атмосферного воздуха и обусловленного этим риска для здоровья проведены численные эксперименты по долгосрочному прогнозу риска здоровью на территории г. Москвы на 30- и 70-летний периоды при различных сценариях изменения климата и развития транспортно-промышленного комплекса столицы, которые показали повышенную прогнозируемую неканцерогенную опасность (по пяти веществам) – в 2-9 раз в зависимости от сценария. Уровни канцерогенного риска (по формальдегиду и соединениям свинца) будут находиться в рамках допустимых значений. При пессимистичном сценарии развития Москвы и наибольшем потеплении климата в отдельных районах канцерогенный риск может превышать приемлемые значения. В долгосрочной перспективе можно ожидать изменение уровня риска здоровью в 1,5-3 раза.

8. Предложен метод анализа источников загрязнения атмосферы, базирующийся на минимизации специального функционала, построенного с помощью основного и сопряженного решений задачи эволюции примеси в воздушной среде. Данный метод позволяет идентифицировать местоположение и мощность источника выбросов. Метод предназначен для определения объектов, ответственных за загрязнение воздуха на конкретной территории, установления их вклада в общий уровень загрязнения атмосферы с целью последующего определения степени их участия (величины платы) в компенсации вреда здоровью работников с помощью предложенной методики адресной компенсации.

9. Для апробации метода анализа источников загрязнения атмосферы проведены тестовые расчеты, показавшие достаточную эффективность

определения места и мощности выбросов. Точность идентификации приземных источников в зависимости от условий составляет 70-90 % на расстоянии 1-5 км. Определение мощности высокого источника возможно с точностью 60-70 %. В результате апробации метода в условиях реального загрязнения атмосферы на примере мощных выбросов сероводорода в г. Москве (10.11.2014 г.) установлены местоположение и мощность выбросов предполагаемого источника. Метод может применяться для идентификации источников загрязнения атмосферы в масштабе города или района мегаполиса (на расстоянии до 10 км от места выбросов). В зависимости от численной реализации условия применения метода могут быть расширены и повышены точностные характеристики идентификации.

10. Разработаны рекомендации по применению представленных в диссертации методов; предложения по созданию и совершенствованию законодательной базы по компенсации ущерба здоровью гражданам (работникам и населению) на территориях с повышенным загрязнением атмосферного воздуха; рекомендации по корректировке норм трудового законодательства с целью возможности снижения для работников социально-экономических последствий заболеваемости от загрязнения атмосферного воздуха.

11. Перспективным направлением дальнейших исследований является детальная проработка и экспертное обоснование отдельных этапов и условий реализации представленных методов с привлечением специалистов из области транспорта, охраны труда, экологии, медицины, юриспруденции, управления, экономики, а также внесение соответствующих изменений в законодательство для обеспечения возможности (практической реализации) снижения социально-экономических последствий заболеваемости для работников от загрязнения атмосферного воздуха объектами транспортной инфраструктуры. Внедрение в практику разработанных методов имеет существенное значение для повышения эффективности охраны труда и качества жизни трудоспособного населения, являющегося залогом устойчивого социально-экономического развития России.

Основные результаты диссертации опубликованы в работах:

в рецензируемых научных изданиях, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

1. Макоско, А.А. Методический подход к долгосрочному прогнозу канцерогенного риска, обусловленного загрязнением воздуха транспортными потоками / А.А. Макоско, А.В. Матешева // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2004. – № 3. – С. 74-77.
2. Макоско, А.А. О долгосрочном прогнозе рисков заболеваний населения от химического загрязнения атмосферы / А.А. Макоско, А.В. Матешева // Российский химический журнал. – 2006. – Т. 1. – № 5. – С. 48-54.
3. Макоско, А.А. Использование производных финансовых инструментов для уменьшения погодных рисков / А.А. Макоско, А.С. Гинзбург, А.В. Матешева и др. // Инновации. – 2006. – № 6 (91). – С. 61-70.
4. Матешева, А.В. Методика долгосрочного прогноза риска для здоровья вследствие антропогенного загрязнения воздуха / А.В. Матешева // Технологии живых систем. – 2007. – Т. 4. – № 4. – С. 47-54.
5. Макоско, А.А. Методические основы долгосрочного прогноза риска здоровью населения мегаполиса при техногенном загрязнении атмосферы / А.А. Макоско, А.В. Матешева // Инновации. – 2009. – № 10. – С. 46-50.
6. Макоско, А.А. О хеджировании рисков для здоровья населения в условиях постоянного воздействия загрязненного воздуха / А.А. Макоско, А.В. Матешева // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2010. – № 4. – С. 374-382.
7. Матешева, А.В. Экологические риски и их прогноз / А.В. Матешева // Мир транспорта. – 2010. – № 2. – С. 136-141.
8. Макоско, А.А. О стратегии экологического риск-менеджмента в области загрязнения атмосферы для повышения качества жизни населения в городах / А.А. Макоско, А.В. Матешева // Инновации. – 2010. – № 6 (140). – С. 86-89.

9. Макоско, А.А. О тенденциях распространенности экологически обусловленных заболеваний вследствие техногенного загрязнения атмосферы / А.А. Макоско, А.В. Матешева // Инновации. – 2012. – № 10. – С. 2-9.

10. Макоско, А.А. Правовое обеспечение снижения социально-экономических последствий загрязнения атмосферы, выраженных в финансовых потерях населения от экологически обусловленных заболеваний / А.А. Макоско, А.В. Матешева, В.П. Фетисов // Инновации. – 2013. – №9. – С. 99-107.

11. Макоско, А.А. Индивидуально ориентированная экономическая оценка риска здоровью, обусловленного загрязнением атмосферы / А.А. Макоско, А.В. Матешева, В.П. Фетисов // Инновации. – 2014. – №10. – С. 14-19.

12. Матешева, А.В. Идентификация стационарных источников загрязнения атмосферы на транспорте / А.В. Матешева // Наука и техника транспорта. – 2016. – № 3. – С. 20-25.

13. Макоско, А.А. Опыт идентификации источников химического загрязнения атмосферы в Московском регионе / А.А. Макоско, А.В. Матешева // Российский химический журнал. – 2016. – Т. LX. – № 3. – С. 113-120.

14. Апатцев, В.И. Нормативно-правовое обеспечение снижения социально-экономических последствий для работников от загрязнения атмосферы / В.И. Апатцев, А.В. Матешева // Наука и техника транспорта. – 2017. – № 3. – С. 51-54.

15. Макоско, А.А. Оценки тенденций дальнего загрязнения атмосферы регионов Российской Арктики в XXI в. / А.А. Макоско, А.В. Матешева // Арктика: экология и экономика. – 2017. – № 4(28). – С. 59-71. – DOI: 10.25283/2223-4594-2017-4-59-71.

16. Матешева, А.В. О возмещении ущерба здоровью населения в городах Арктической зоны Российской Федерации от загрязнения атмосферного воздуха / А.В. Матешева // Арктика: экология и экономика. – 2017. – № 3 (27). – С. 111-117. – DOI 10.25283/2223-4594-2017-3-111-117.

17. Макоско, А.А. Методика индексирования динамики загрязнения атмосферы для оценки экологической безопасности при стратегическом планировании развития регионов / А.А. Макоско, А.В. Матешева // *Инновации*. – 2017. – № 10 (228). – С. 9-13.

18. Матешева, А.В. Идентификация источников аварийных выбросов в атмосферу на железнодорожном транспорте / А.В. Матешева // *Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций*. – 2017. – № 4. – С. 58-65.

в монографиях

19. Макоско, А.А. Хеджирование в системе мер по адаптации населения к изменяющимся погодноклиматическим и экологическим условиям / А.А. Макоско, А.С. Гинзбург, А.В. Матешева // *Динамика и математическое моделирование геофизических и гидрометеорологических процессов*. Т. 7 / Отв. ред. А.А. Макоско // *Изменение окружающей среды и климата. Природные и связанные с ними техногенные катастрофы: В 8 т.* / Пред. ред. кол. Н.П. Лаверов; РАН: – М. : ИФЗ РАН, 2008. – С. 244-263.

20. Лаверов, Н.П. О мерах по предотвращению угроз национальной безопасности Российской Федерации в связи с глобальным изменением климата / Н.П. Лаверов, Г.С. Голицын, А.В. Матешева и др. / *Проблемы национальной безопасности. Экспертные заключения, аналитические материалы, предложения. 2008-2010* // Под ред. Н.П. Лаверова; РАН. – М. : Наука, 2011. – С. 443-457.

21. Макоско, А.А. Долгосрочный прогноз риска для здоровья вследствие техногенного и биогенного загрязнения атмосферы в условиях изменяющегося климата / А.А. Макоско, А.В. Матешева / *Здоровье населения России: влияние окружающей среды в условиях изменяющегося климата* // Под общ. ред. академика А.И. Григорьева; РАН. – М. : Наука, 2014. – С. 251-268.

22. Макоско, А.А. Техногенное загрязнение атмосферы и экологически обусловленные заболевания / А.А. Макоско, А.В. Матешева / *Здоровье населения России: влияние окружающей среды в условиях изменяющегося*

климата // Под общ. ред. академика А.И. Григорьева; РАН. – М. : Наука, 2014. – С. 102-115.

23. Ильина, Н.И. Влияние климато-экологических условий на заболеваемость аллергией / Н.И. Ильина, Л.В. Лусс, А.В. Матешева / Здоровье населения России: влияние окружающей среды в условиях изменяющегося климата // Под общ. ред. академика А.И. Григорьева; РАН. – М. : Наука, 2014. – С. 125-141.

24. Макоско, А.А. Медико-экологическое страхование как форма социально-экономической адаптации к неблагоприятному влиянию окружающей среды / А.А. Макоско, А.В. Матешева / Здоровье населения России: влияние окружающей среды в условиях изменяющегося климата // Под общ. ред. академика А.И. Григорьева; РАН. – М. : Наука, 2014. – С. 414-426.

25. Макоско, А.А. Повышение качества жизни населения в условиях загрязнения атмосферы и изменения климата / А.А. Макоско, А.В. Матешева, В.П. Фетисов. – М. : РАН, 2017. – 27 с.

в других изданиях и материалах конференций

26. Матешева, А.В. Прогноз риска здоровью человека от загрязнения атмосферы / А.В. Матешева // Физиология и медицина : материалы конф. (Санкт-Петербург, 14-16 апр. 2005 г.). – СПб. : СПбНЦ РАН, 2005, – С. 74.

27. Матешева, А.В. Прогноз канцерогенного риска / А.В. Матешева // Всерос. выст. науч.-техн. творчества молодежи НТТМ-2005 : материалы выст. (Москва, 29 июня – 3 июля, 2005 г.). – М. : ГАО ВВЦ, 2005. – С. 41-42.

28. Матешева, А.В. Прогноз риска здоровью населения г. Москвы от загрязнения атмосферного воздуха канцерогенными примесями / А.В. Матешева // Безопасность движения поездов : сб. тр. VI науч.-практ. конф. (Москва, 26-27 окт. 2005 г.). – М. : МИИТ, 2005. – С. IV-20–IV-21.

29. Макоско, А.А. Прогноз экологического риска на основе теории чувствительности / А.А. Макоско, А.В. Матешева // Учебное пособие. – М. : МИИТ, 2006. – 32 с.

30. Гранберг, И.Г. Исследование влияния резких изменений погодных условий (в том числе загрязнения атмосферы) на этиологию и патогенез основных социально значимых заболеваний в мегаполисе (на примере юго-западной части Москвы) / И.Г. Гранберг, Г.С. Голицын, А.В. Матешева и др. // *Фундаментальные науки – медицине : материалы конф. по Программе фундаментальных исследований Президиума РАН (Москва, 3-4 дек. 2007 г.)*. – М. : Фирма «Слово», 2007. – С.46-47.

31. Макоско, А.А. Методические основы долгосрочного прогноза рисков заболеваний населения, обусловленных загрязнением атмосферы / А.А. Макоско, А.В. Матешева // *Технологии и материалы для экстремальных условий : тез. докл. конф. (Туапсе, 31 авг. – 5 сент. 2009 г.)*. – М. : МЦАИ РАН, 2009. – С.75-77.

32. Макоско, А.А. О Стратегии риск-менеджмента в области экологической безопасности атмосферного воздуха в городах / А.А. Макоско, А.В. Матешева // *Охрана атмосферного воздуха. Атмосфера*. – 2010. – № 2. – С. 28-30.

33. Голицын, Г.С. Разработка системы многофакторной оценки влияния глобального изменения климата на здоровье населения России / Г.С. Голицын, А.А. Макоско, А.В. Матешева и др. // *Фундаментальные науки – медицине : тез. докл. конф. и семинаров по научным направлениям Программы в 2011 г. : тез. докл.* – М. : Фирма «Слово», 2011. – С. 256-258.

34. Григорьев, А.И. Перспективы геомедицинских исследований в Российской академии наук / А.И. Григорьев, А.А. Макоско, А.В. Матешева // *Материалы VII междунар. конф. по реабилитологии*. – М. : ООО «Издательство «Амалданик», 2012. – С. 51-64.

35. Макоско, А.А. Долгосрочный прогноз рисков для здоровья вследствие техногенных загрязнений атмосферы в условиях изменяющегося климата / А.А. Макоско, А.В. Матешева // *Материалы VII междунар. конф. по реабилитологии (Москва, 27-28 окт. 2011 г.)*. – М. : ООО «Издательство «Амалданик», 2012. – С. 98-99.

36. Макоско, А.А. Медико-экологическое страхование как форма социально-экономической адаптации к неблагоприятному влиянию окружающей среды / А.А. Макоско, А.В. Матешева // Влияние космической погоды на человека: в космосе и на Земле : тез. докл. междунар. конф. (Москва, 4-8 июня 2012 г.). – М. : 2012. – С. 76-77.

37. Матешева, А.В. Долгосрочный прогноз риска для здоровья вследствие загрязнения атмосферы в условиях изменяющегося климата / А.В. Матешева, А.А. Макоско // Влияние космической погоды на человека: в космосе и на Земле : тез. докл. междунар. конф. (Москва, 4-8 июня 2012 г.). – М. : 2012. – С. 78.

38. Макоско, А.А. Научно-методическое обеспечение создания и развития консультационного центра метеопатологии ЦКБ РАН / А.А. Макоско, А.И. Алехин, А.В. Матешева и др. // Фундаментальные науки – медицине: тез. докл. на конф. и семинарах, проведенных в рамках научных подпрограмм в 2012 г. – М. : Фирма «Слово», 2012. – С. 238-240.

39. Макоско, А.А. Оценка и пути снижения рисков заболеваний, обусловленных атмосферными поллютантами и аэроаллергенами, в условиях изменяющегося климата / А.А. Макоско, А.В. Матешева и др. // Фундаментальные науки – медицине : тез. докл. на конф. и семинарах, проведенных в рамках научных подпрограмм в 2012 г. – М. : Фирма «Слово», 2012. – С. 227-228.

40. Макоско, А.А. Медико-экологическое страхование как форма социально-экономической адаптации к неблагоприятному влиянию окружающей среды / А.А. Макоско, А.В. Матешева // Влияние космической погоды на человека: в космосе и на Земле : сб. тр. междунар. конф. (Москва, 4-8 июня 2012 г.). – М. : Ротапринт ИКИ РАН, 2013. – С. 324-331.

41. Матешева А.В. Долгосрочный прогноз риска для здоровья вследствие загрязнения атмосферы в условиях изменяющегося климата / А.В. Матешева, А.А. Макоско // Влияние космической погоды на человека: в космосе и на

Земле : сб. тр. междунар. конф. (Москва, 4-8 июня 2012 г.). – М. : Ротапринт ИКИ РАН, 2013. – С. 333-343.

42. Макоско, А.А. Оценка и пути снижения рисков заболеваний, обусловленных атмосферными поллютантами и аэроаллергенами / А.А. Макоско, А.В. Матешева и др. // Фундаментальные науки – медицине : тез. докл. на конф. и семинарах, проведенных в рамках научных подпрограмм в 2013 г. – М. : Фирма «Слово», 2013.

43. Григорьев, А.И. Перспективы геомедицинских исследований / А.И. Григорьев, А.А. Макоско, А.В. Матешева / Наука в России. – 2012. – №2. – С. 4-12.

44. Бородко, С.К. О нахождении источников двуокиси азота по измерениям её интегрального содержания в тропосфере с использованием мезомасштабного химико-транспортного моделирования / С.К. Бородко, А.Н. Боровский, А.В. Матешева и др. // Состав атмосферы. Атмосферное электричество. Климатические процессы: тез. докл. 19-й междунар. шк.-конф. молод. учён. (Туапсе, 25-29 мая 2015 г.). – М. : ГЕОС, 2015. – С. 35.

45. Матешева, А.В. Долгосрочный прогноз загрязнения атмосферы техногенными и биогенными примесями и обусловленного этим риска здоровью в условиях изменяющегося климата / А.В. Матешева // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах: материалы VI междунар. науч. конф. (Белгород, 12-16 окт. 2015 г.). – Белгород: Изд-во «ПОЛИТЕРРА», 2015. – С. 52-56.

46. Матешева, А.В. Индивидуально ориентированная экономическая оценка риска здоровью от техногенного загрязнения атмосферы / А.В. Матешева // Актуальные проблемы социально-экономической и экологической безопасности Поволжского региона : материалы VIII междунар. науч.-практ. конф. (Казань, 2016 г.). – Казань : Изд. дом «Мир без границ», 2016. – С. 14-16.

47. Матешева, А.В. Об идентификации источников аварийного загрязнения атмосферы на железнодорожном транспорте / А.В. Матешева // Актуальные проблемы социально-экономической и экологической безопасности

Поволжского региона : материалы VIII междунар. науч.-практ. конф. (Казань, 2016 г.). – Казань: Изд. дом «Мир без границ», 2016. – с. 28-30.

48. Матешева, А.В. Медико-экологический риск-менеджмент в области загрязнения воздуха для повышения качества жизни и условий труда / А.В. Матешева // Техносферная и экологическая безопасность на транспорте (ТЭБТРАНС-2016) : материалы V юбилейной междунар. науч.-практ. конф., (Санкт-Петербург, 26-28 окт. 2016 г.). – СПб. : ФГБОУ ВО ПГУПС, 2016. – С. 112-116.

49. Матешева, А.В. Определение источника загрязнения атмосферы (метод и эксперимент) / А.В. Матешева // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях : материалы VII междунар. науч. конф. памяти проф. Петина А.Н. (Белгород, 24-26 окт. 2017 г.). – Белгород: Изд-во «ПОЛИТЕРРА», 2017. – С. 69-73.

Матешева Анна Владимировна

Методы анализа, прогноза и снижения социально-экономических последствий профессиональной заболеваемости вследствие загрязнения атмосферного воздуха объектами транспортной инфраструктуры

05.26.01 – Охрана труда (транспорт)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Подписано в печать 22.03.2018
Тираж 100 экз.

Заказ № 1840

Формат 60x90/16
Усл. печ. л. 3,0
