

На правах рукописи



Аброськин Алексей Андреевич

**ДИНАМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА
АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ**

05.23.19 – Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Волгоград - 2018

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Волгоградский государственный технический университет»

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ, почетный
академик РААСН
Сидоренко Владимир Федорович

Официальные оппоненты: **Лобойко Владимир Филиппович**
Доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Экология и экономика
природопользования» ФГБОУ ВО
Волгоградского государственного аграрного
Университета
Кузовкина Татьяна Владимировна
Кандидат технических наук,
инженер-конструктор отдела
проектирования зданий и сооружений
ООО «МОТТ МакДональд Р»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Национальный
исследовательский Московский
государственный строительный
университет»

Защита диссертации состоится «12» апреля 2018 г. в 13-00 на заседании диссертационного совета Д 212.028.09 при ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» по адресу: 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, (ауд. Б-203)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»

Автореферат разослан «___» _____ 201_ года

Ученый секретарь
диссертационного совета



Жукова Наталия Сергеевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Существующие системы экологического мониторинга атмосферного воздуха не учитывают динамику городских условий, таких как изменение интенсивности транспортных потоков, объемов и состава промышленных выбросов, появление новых производств, изменения взаимного расположения источников загрязнения, возникновение или исчезновение площадных источников загрязнения (неблагоустроенных территорий, объектов нового строительства и сноса зданий), а также сезонную динамику ветрового режима, влияющего на уровень загрязнения атмосферного воздуха. При организации систем мониторинга также целесообразно учитывать включение в застройку строительных объектов, требующих различной степени защиты (детские образовательные учреждения, жилая застройка, спортивные объекты и др.) и особенности рассеивания загрязняющих веществ на территории города в условиях существующих планировочных решений.

Указанные недостатки существующих систем мониторинга атмосферного воздуха городских территорий позволяют считать тему диссертации актуальной, направленной на исследование и оптимизацию параметров динамической системы экологического мониторинга атмосферного воздуха, позволяющей обеспечить создание сети репрезентативных постов наблюдения.

Тема соответствует паспорту специальности 05.23.19 – Экологическая безопасность строительства и городского а именно пункту 1 – научные основы создания и развития устойчивых природно-технических систем как основного фактора обеспечения экологической безопасности промышленных, гражданских и других объектов строительства, создания благоприятных условий жизнедеятельности населения; пункту 7 – создание и развитие систем экологического мониторинга экологической безопасности в зонах возведения и функционирования строительных комплексов и сооружений, включая чрезвычайные ситуации, возникающие в результате природных катастроф, техногенных аварий и разрушений.

Степень разработанности темы. Аэрогенное воздействие является одним из ведущих факторов антропогенного воздействия на здоровье населения. Многочисленные исследования посвящены вопросам экологической безопасности в городах (Теличенко В.И., Слесарев М.Ю., Израэль Ю.А., Подольский В.П., Потапов А.Д., Осипов Г.Л., Безуглая М.Е., Жолондковский О.И., Кононович Ю.В., Волохов А.А., Скрыль И.Н, Кузовкина Т.В. и др.).

Часть исследований посвящена изучению загрязнения атмосферы от автомобильного транспорта, который в последнее время становится приоритетным для городов (Сидоренко В.Ф., Фельдман Ю.Г., Якубовский Ю., Санкина Т.И., Родивилова О.В., Евгеньев И.Е, Васильев Н.К. и др.). В работах ученых отмечается особенности этого источника загрязнения атмосферного воздуха, закономерности распространения загрязнений на городской территории (Сидоренко В.Ф., Диамант Р., Каримов Б.Б., Веревина М.Л., Русаков Н.В., Жукова Т.В.). Изучению вопроса оценки атмосферного воздуха вследствие промышленного загрязнения посвящены работы Махонько К.П., Фокина С.Г., Константиновой З.И. и др.

Мало изученным является вопрос оценки загрязнения атмосферного воздуха от неорганизованных источников, пылящих территорий, а также комплексной оценки загрязнения атмосферного воздуха с учетом основных источников загрязнения (автотранспорт, промышленность, неблагоустроенные территории). Данному вопросу посвящены работы Азарова В.Н., Сидоренко И.В., Сапожковой Н.В., Славущкого О.А., Стеценко С.Е., Аброськиной Н.В. и др.

Принципы организации мониторинга атмосферного воздуха изложен в действующих нормативных документах, вместе с тем существуют проблемы в получении репрезентативных данных о состоянии атмосферного воздуха (Башкатов О.Н., Святенко А.В., Лузгачев В.А. и др.). Практически неизученным остается вопрос прогнозирования формирования экологически неблагополучных (загрязненных) и благополучных территорий с учетом таких

факторов как изменяющиеся метеорологические условия, тип застройки территории, новые объекты строительства и сноса.

Объект исследования – динамическая система экологического мониторинга атмосферного воздуха для обеспечения экологической безопасности строительных объектов.

Предмет исследования – зонирование территории города в динамической системе экологического мониторинга атмосферного воздуха для обеспечения экологической безопасности строительных объектов.

Гипотеза исследования заключается в предположении наличия зависимости достоверности и качества результатов экологического мониторинга атмосферного воздуха от гибкости и динамической способности преформирования системы экологического мониторинга для обеспечения экологической безопасности строительных объектов.

Цель диссертационной работы – формирование динамической системы экологического мониторинга атмосферного воздуха для обеспечения экологической безопасности строительных объектов.

Для достижения поставленной цели решались **следующие задачи**:

1. Разработать научно-методологические подходы к формированию динамической системы мониторинга атмосферного воздуха, которая учитывает комплексное воздействие и изменение во времени приоритетных источников загрязнения городской среды – автомобильный транспорт, промышленность, неблагоустроенные (пылящие) территории, временные источники загрязнения (площадные) - объекты нового строительства и сноса зданий и сооружений, а также тип жилой застройки.

2. Разработать модель зонирования территории города по критерию загрязнения атмосферного воздуха основными источниками (автотранспорт, промышленность, неблагоустроенные территории – объекты во время и после сноса зданий) при сезонных изменениях скорости и направления ветра с учетом временного фактора воздействия.

3. Разработать критерии зонирования территории города по степени загрязнения атмосферного воздуха с выделением зон экологического благополучия (ЗЭБ), зон усиленного мониторинга – относительного благополучия (ЗУМ), зон экологической опасности (ЗЭО), нуждающихся в немедленном принятии решений по снижению негативного воздействия антропогенных факторов.

4. Разработать методику и алгоритм формирования динамической системы мониторинга атмосферного воздуха с учетом критериев зонирования.

Научная новизна работы.

1. Научно-методологические подходы к формированию динамической системы мониторинга атмосферного воздуха, которая учитывает комплексное воздействие и изменение во времени приоритетных источников загрязнения городской среды – автомобильный транспорт, промышленность, неблагоустроенные (пылящие) территории, временные источники загрязнения (площадные) - объекты нового строительства и сноса зданий и сооружений, а также тип жилой застройки;

2. Модель зонирования территории города по критерию загрязнения атмосферного воздуха основными источниками (автотранспорт, промышленность, неблагоустроенные территории – объект после сноса зданий) при сезонных изменениях скорости и направления ветра с учетом временного фактора воздействия;

3. Критерии зонирования территории города по степени загрязнения атмосферного воздуха с выделением зон экологического благополучия (ЗЭБ), зон усиленного мониторинга (ЗУМ), зон экологической опасности (ЗЭО), нуждающихся в немедленном принятии решений по снижению негативного воздействия антропогенных факторов;

4. Методика и алгоритм формирования динамической системы мониторинга атмосферного воздуха с учетом критериев зонирования.

Теоретическая и практическая значимость. Разработанная динамическая система мониторинга атмосферного воздуха крупного города с

учетом комбинированного воздействия источников загрязнения атмосферного воздуха и в зависимости от метеорологических условий, типа жилой застройки позволит:

- обеспечить систему мониторинга участка территории города (в заданных границах и требуемой площади);
- сделать систему мониторинга атмосферного воздуха гибкой, позволяющей выстраивать системы стационарных и маршрутных (мобильных) постов наблюдения в зависимости от влияния метеофакторов и изменяющихся условий на городской территории, что в свою очередь обеспечит получение репрезентативной информации о состоянии атмосферного воздуха;
- определять на территории города экологически неблагоприятные зоны, нуждающиеся в срочном принятии управленческих решений по улучшению городской среды;
- определять благоприятные зоны, где возможно обеспечение полной экологической безопасности при размещении строительных объектов;
- прогнозировать изменение состояния атмосферного воздуха в условиях изменения жилой застройки и появления новых источников загрязнения атмосферного воздуха (в т.ч. новых строительных объектов и объектов сноса зданий);
- получить экономический эффект от внедрения системы мониторинга.

Методология и методы исследования. Методы исследования интенсивности транспортных потоков и распространения выбросов автотранспорта на полигоне городского моделирования; нормативные методы расчета уровней загрязнения атмосферного воздуха от источников; методы математической статистики и математического моделирования; методология прогнозирования зон загрязнения атмосферного воздуха при различных метеорологических условиях и типах застройки.

Положения, выносимые на защиту:

1. Научно-методологические подходы к формированию динамической системы мониторинга атмосферного воздуха, которая учитывает комплексное

воздействие и изменение во времени приоритетных источников загрязнения городской среды – автомобильный транспорт, промышленность, неблагоустроенные (пылящие) территории, временные источники загрязнения (площадные) - объекты нового строительства и сноса зданий и сооружений, а также тип жилой застройки;

2. Модель зонирования территории города по критерию загрязнения атмосферного воздуха основными источниками (автотранспорт, промышленность, неблагоустроенные территории – объект после сноса зданий) при сезонных изменениях скорости и направления ветра с учетом временного фактора воздействия;

3. Критерии зонирования территории города по степени загрязнения атмосферного воздуха с выделением зон экологического благополучия (ЗЭБ), зон усиленного мониторинга (ЗУМ), зон экологической опасности (ЗЭО), нуждающихся в немедленном принятии решений по снижению негативного воздействия антропогенных факторов;

4. Методика и алгоритм формирования динамической системы мониторинга атмосферного воздуха с учетом критериев динамического зонирования.

Личный вклад соискателя заключается в разработке теоретических основ динамической системы мониторинга атмосферного воздуха на территории города; в проведении натурных испытаний интенсивности движения автотранспорта, в проведении расчетов рассеивания загрязняющих веществ и построении зон загрязнения от источников на карте г. Волгограда, в формировании динамической информационной системы мониторинга на примере модельной территории, а также в разработке системы категорирования селитебной территории с алгоритмом экологически безопасного размещения строительных объектов. Лично автором разработаны методологические подходы к построению динамической системы мониторинга атмосферного воздуха, которая учитывает комплексное воздействие источников загрязнения и динамику их изменения (в т.ч. интенсивности и маршрутов движения

транспорта, объемов выбросов предприятий и др.). Лично автором осуществлена комплексная оценка загрязнения воздушной среды города при различных метеорологических условиях и типах застройки с использованием сочетания данных натурных исследований и моделирования рассеивания загрязнений от различных источников (точечных, линейных площадных). Лично автором разработан метод определения наиболее неблагоприятных метеорологических условий для территорий жилой застройки с учетом временного фактора, площади загрязнения территории и комплекса воздействующих факторов. Лично автором разработана динамическая система мониторинга атмосферного воздуха, формирующая систему стационарных и маршрутных постов наблюдения (определение их количества, мест и времени размещения) на территории города (в заданных границах и требуемой площади) обеспечивающая получение достоверной информации о качестве атмосферного воздуха. Лично автором предложена система зонирования территории города с выделением трех типов зон по категориям: зона экологического благополучия (ЗЭБ), зона усиленного мониторинга (ЗУМ), зона экологической опасности (ЗЭО).

Степень достоверности результатов. Достоверность научных положений и выводов работы обоснована использованием классических положений теоретического анализа, планирования эксперимента, применением современных методов моделирования изучаемых процессов, апробированных методик расчета загрязнения атмосферного воздуха от различных источников. Моделирование исследуемых процессов и создание информационной системы базируются на современных методах обработки информации.

Апробация результатов. Основные положения и результаты работы докладывались и получили одобрение на: конференции «Актуальные вопросы городского строительства, архитектуры и дизайна в курортных регионах – 2015» (Сочи, 2015 г); «XX Региональной конференции молодых исследователей Волгоградской области по направлению №16 “Архитектура, строительство и экологические проблемы”», Волгоград, 2015 г. (награжден

дипломом третьей степени); «III Всероссийской научно-технической конференции молодых исследователей “Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности”», Волгоград, 2016 г.; «III Международной научно-технической конференции “Энергоэффективность, ресурсосбережение и природопользование в городском хозяйстве и строительстве: экономика и управление”», Волгоград, 2016 г.; «XXI Региональной конференции молодых исследователей Волгоградской области по направлению №16 “Архитектура, строительство и экологические проблемы”», Волгоград, 2016 г. (награжден почетной грамотой).

Публикации. Основные положения диссертационной работы изложены в 13 научных публикациях, в том числе в 5 работах, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, общих выводов, списка использованной литературы, включающего 183 наименования. Работа изложена на 142 страницах текста, содержит 45 рисунков, 27 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность избранной темы, степень ее разработанности, сформулированы цель и задачи, ее научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы. Описаны методология и методы диссертационного исследования, положения, выносимые на защиту, степень ее достоверности и апробация результатов.

В первой главе рассмотрено современное состояние вопроса качества атмосферного воздуха в крупных промышленных городах, источниках его загрязнения и систем мониторинга. Проведен обзор научно-технической и нормативной литературы по теме исследования.

Рассмотрено влияние на качество атмосферного воздуха таких важных источников загрязнения, как промышленность, автотранспорт,

неблагоустроенные (пылящие территории), объекты строительства и сноса зданий и сооружений, в т.ч. на примере г. Волгограда.

Проанализированы законодательные и методические основы организации системы мониторинга атмосферного воздуха и современные подходы к организации систем мониторинга атмосферного воздуха и комплексной оценке загрязнения воздушного бассейна, недостатки при организации сети мониторинга, отмечена необходимость сочетанного использования данных измерения качества атмосферного воздуха (натурные исследования) и оценки методом моделирования, которые дополняют друг друга.

На основании изучения научно-технической литературы обосновывается актуальность темы диссертационного исследования и необходимость разработки динамической системы мониторинга.

Во второй главе представлены основные подходы к построению динамической системы мониторинга атмосферного воздуха, обоснован выбор модельной территории исследования. Также на основании собственных натурных исследований, лабораторных данных государственных учреждений статистики, экологической и санитарно-эпидемиологической служб, а также данных литературы, проведена оценка и дана характеристика основным приоритетным источникам загрязнения атмосферного воздуха на исследуемой территории г. Волгограда. Для разработки методики системы мобильного мониторинга в качестве модели выбрана экспериментальная площадка района города Волгограда, где присутствуют все приоритетные источники загрязнения атмосферного воздуха (развитая сеть автомобильного транспорта, стационарный источник выбросов (котельная), благоустроенная территория, образовавшаяся после сноса промышленного предприятия) и различные типы жилой застройки.

В качестве исходных данных для расчета выбросов загрязняющих веществ автотранспортом в атмосферу были использованы результаты собственных натурных обследований структуры и интенсивности автотранспортных потоков. Для определения загрязнения атмосферного

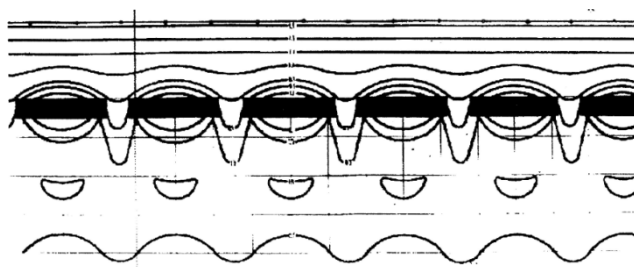
воздуха выбросами автотранспорта предлагается использовать метод, изложенный в ГОСТ Р 56162-2014. При расчете рассеяния выбросов от автотранспорта и определенной концентрации токсичных веществ на различном удалении от проезжей части используется модель Гауссового распределения примесей в атмосфере на небольших высотах.

На основе полученных в результате исследования данных рассчитываются зависимости рассеивания выбросов автомобильного транспорта (СО) для различных категорий автомагистралей, что позволяет получить приближенные данные о концентрации выбросов автотранспорта на любом расстоянии от проезжей части, зная категорию автомагистрали.

Существующие методы расчёта рассеяния выбросов автотранспорта не учитывают различные типы систем планировочных решений, что является важным для оценки и прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха при разработке и планировании сетей мониторинга атмосферного воздуха. В связи с этим для дальнейшей оценки и расчета рассеивания загрязняющих веществ (окиси углерода) внутри застройки с учетом ее вариативности используются данные натурных экспериментов по моделированию процесса рассеивания (на полигоне городского моделирования) (рисунок 1).



а)



б)

Рисунок 1 – Исследования на полигоне городского моделирования:

- а) полигон городского моделирования б) карта загазованности жилой застройки при фронтальной застройке, построенная на основе исследований на моделях

Так, автором получены зависимости для расчетов концентрации загрязняющих веществ (окиси углерода) на различном расстоянии от середины

проезжей части для различных категорий городских автомагистралей с учетом типа застройки (Таблица 1).

Таблица 1 - Зависимости для расчетов рассеивания окиси углерода с учетом типа застройки для автомагистралей городского значения

Тип застройки	Формула расчета концентрации СО
Строчная	$y = -39,85 \ln(x) + 67,451$
Под углом	$y = 0,9 * (-39,85 \ln(x) + 67,451)$
Фронтальная	$y = 0,6 * (-39,85 \ln(x) + 67,451)$
Периметральная	$y = 0,35 * (-39,85 \ln(x) + 67,451)$

где y – концентрация СО, x – расстояние от середины проезжей части.

Полученные автором зависимости предлагается использовать для оценки и прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха от автомобильного транспорта в зависимости от категории автомагистралей при построении динамических систем мониторинга на любых городских территориях.

Для дальнейшей комплексной оценки загрязнения атмосферного воздуха оценивается стационарный источник загрязнения и неблагоустроенные территории. Стационарный источник загрязнения атмосферного воздуха на исследуемой территории – котельная установка на газовом топливе, высота выброса (трубы) которой составляет 40 м. При оценке уровня благоустройства исследуемой территории отмечен невысокий процент озеленения территории, высокий процент неблагоустроенных, пылящих территорий. Средние концентрации пыли на изучаемой территории в теплый период года составили 0,33-0,41 мг/м³, количество проб, превышающих ПДК – более 50% от общего количества отобранных проб. Дисперсность городской пыли по данным натурных исследований характеризуется высоким содержанием мелкодисперсных фракций: частицы размером до 1 мкм составляют 44% и фракция от 1 до 2 мкм - в среднем 31%. В соответствии с полученными данными, определены пороговые скорости и расстояния ветропереноса для данных городских условий.

Для построения динамической системы мониторинга были рассмотрены такие временные источники загрязнения атмосферного воздуха, как объекты

нового строительства и площадки сноса зданий и сооружений, что является важным в современных условиях, когда осуществляется снос и возведение новых зданий в сложившейся застройке (т.н. точечная застройка).

Проведенная оценка метеорологических факторов, скорости и направления ветра позволила определить неблагоприятные метеорологические условия, создающие условия повышенной запыленности. На следующем этапе работы данная оценка ветрового режима необходима для дальнейшего построения полей рассеивания загрязнителей атмосферного воздуха.

В третьей главе выполняется построение моделей влияния метеорологических условий на загрязнение атмосферного воздуха от основных источников в условиях разных типов жилой застройки.

Модели рассеивания от автотранспорта были построены для разных типов жилой застройки и метеорологических условий – по 8-ми румбам направления ветра (рисунок 2).

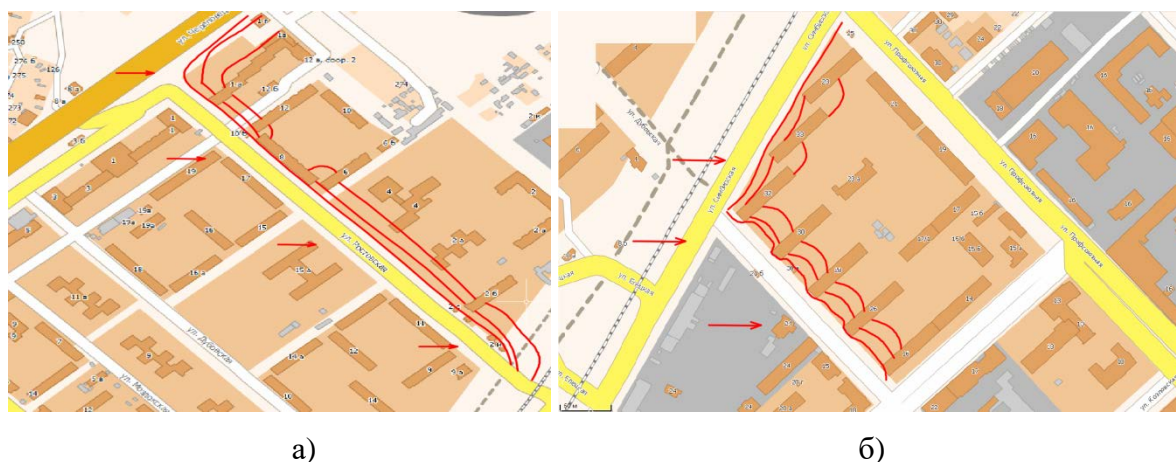


Рисунок 2 – Модели рассеивания от автотранспорта:

а) микрорайонная застройка при западном направлении ветра в тёплый период года (ветер 2 м/с); б) строчная при западном направлении ветра в тёплый период года (ветер 2 м/с)

После построения зон рассеивания от основных источников загрязнения выявляются так называемые «точки схождения» - зоны, наиболее подверженные загрязнению от исследованных источников (промышленных, автотранспорта и пылящих, неблагоустроенных территорий, объектов сноса и нового строительства) при конкретных метеорологических условиях (направлении и скорости ветра), характерных для данной территории в разные

периоды года (рисунок 3а). Оценка полученных картографических и метеорологических данных позволила сделать выводы об изменении площади территории (%), находящейся под воздействием трех источников загрязнения одновременно в течение года (рисунок 3б).

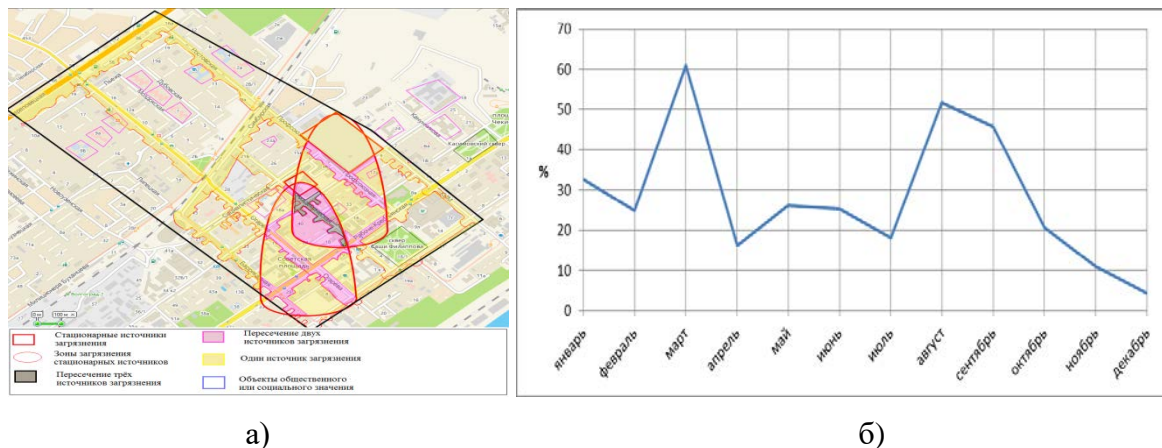


Рисунок 3 – Пример определения зоны жилой застройки, подвергающиеся воздействию различных источников загрязнения атмосферного воздуха (а) и изменения удельного веса жилой застройки, находящейся под неблагоприятным воздействием трёх источников загрязнения атмосферы в течение года б).

После анализа полученных данных определены «опасные направления ветра» (ОНВ), при которых наибольшая часть застройки, в том числе социальные объекты, попадают в зону загрязнения от одного, двух или трех источников в течение длительного времени.

На основании полученных результатов проводится определение мест и времени размещения репрезентативных постов наблюдения на территории жилой застройки, планируется стратегия отбора проб, которая позволяет наиболее оптимально использовать отведенное для этого время, а также определить количество передвижных (маршрутных) и стационарных постов наблюдения за атмосферным воздухом и места их расположения.

На рисунке 4 представлена схема размещения передвижных постов наблюдения за атмосферным воздухом в тёплое и холодное время года и стационарных постов наблюдения. Посты устанавливаются в тех «точках схождения», где наблюдается сочетание воздействия трех источников загрязнения на протяжении наибольшего времени воздействия.

Рисунок 4 – Размещение передвижных постов наблюдения:

В четвертой главе предлагается система категорирования территории в зависимости от уровней загрязнения территории от основных источников, предлагается разработка динамической системы мониторинга и алгоритм принятия решений.

Система категорирования территорий по степени экологического благополучия позволяет использовать полученные данные о загрязнении атмосферного воздуха на территории застройки от всех рассмотренных источников с учетом времени и степени воздействия вредных факторов для обоснования возможности размещения объектов строительства, в том числе жилой застройки и социальных объектов, или принятия мер по улучшению экологической ситуации и снижению неблагоприятного воздействия. С этой целью предлагается выделение трех категорий селитебных территорий: зона экологического благополучия (ЗЭБ); зона усиленного экологического мониторинга – относительно благоприятная территория (ЗУМ); зона экологической опасности (ЗЭО) (Таблица 2).

Таблица 2 - Критерии категорирования селитебных территорий по степени экологического благополучия в целях безопасного размещения объектов строительства

Категория территории	Характеристики территории	Возможность размещения объектов строительства
Зона экологического благополучия (ЗЭБ)	Отсутствие загрязнения, уровни загрязняющих веществ не превышают ПДК	Размещение жилой застройки, объектов социальной инфраструктуры (ДДУ, школы, ЛПУ), рекреационных территорий, спортивных объектов
Зона усиленного мониторинга (ЗУМ)	Невысокий уровень загрязнения воздуха (превышение ПДК в 1,1-1,2 раза) при незначительном по времени воздействии (неблагоприятные метеорологические условия), влияние 1-го, 2-х источников	Преимущество размещение административных зданий, зеленых насаждений общего пользования, жилой застройки с проведением мероприятий по оптимизации городской среды (при проведении детального, усиленного мониторинга атмосферного воздуха и недопущении ухудшения экологической ситуации)
Зона экологической опасности (ЗЭО)	Значительные превышения ПДК загрязняющих веществ, сочетанное воздействия от 2-х или 3-х источников загрязнения, длительное воздействие в течение года (неблагоприятные метеорологические условия)	До проведения мероприятий по снижению уровня загрязнения атмосферного воздуха, размещение жилой застройки и административных зданий не рекомендуется

Так, на исследуемой территории выделены территории в соответствии с предложенной системой категорирования (рисунок 5).

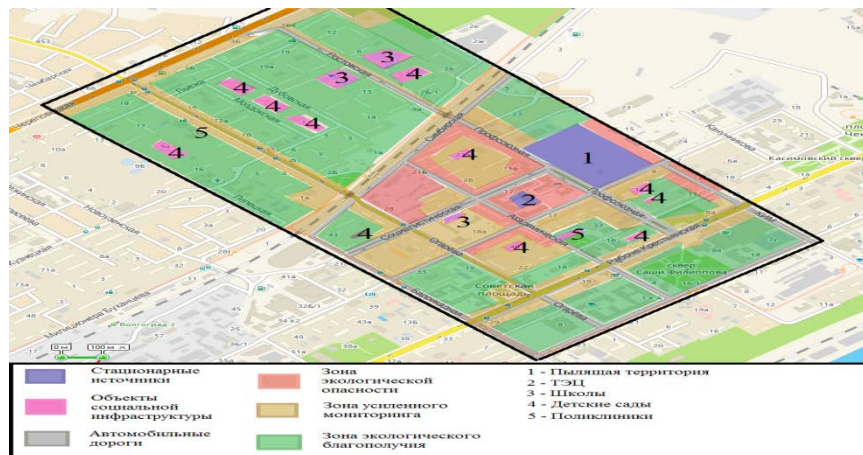


Рисунок 5 – Категорирование исследуемой территории по степени экологического благополучия

При оценке результатов динамической системы мониторинга необходимо учитывать не только сочетание воздействия источников загрязнения, а также

время воздействия метеофакторов в данный период года. Для каждой предварительно категорированной территории дополнительно предлагается оценивать суммарное воздействие источников следующим образом:

$$C_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^4 C_i \times t_i, \text{ где}$$

C_1 – воздействие стационарного источника (промышленные объекты);

C_2 – воздействие автомобильного транспорта;

C_3 – воздействие от неблагоустроенных территорий;

C_4 – воздействие от временного источника (объекты нового строительства и сноса строительных объектов);

t_i – коэффициент временного воздействия по соответствующему фактору.

Последовательность организации и реализации системы динамического мониторинга представлена на схеме (рисунок 6а). Для реализации системы мониторинга на практике создана программа, рабочий алгоритм которой изображен на рисунке 6б.

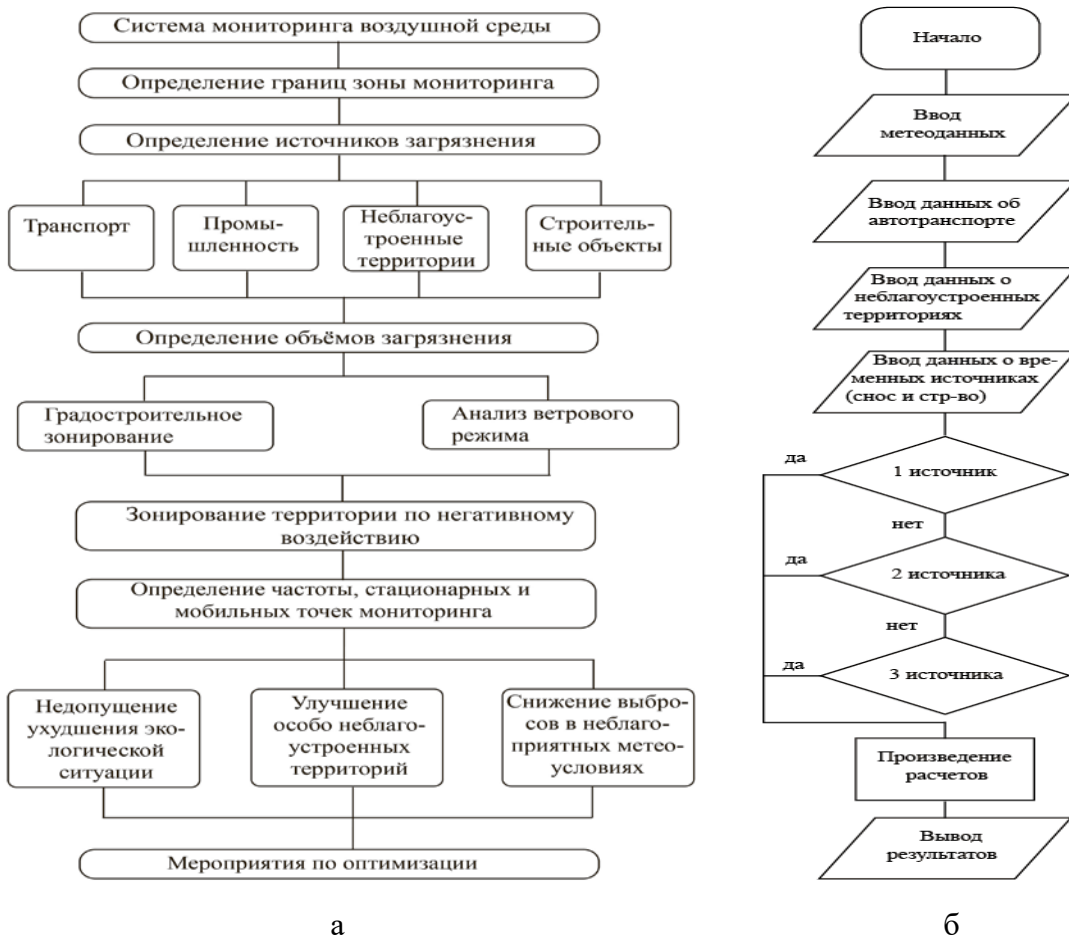


Рисунок 6 – Динамическая система мониторинга атмосферного воздуха:
а) схема организации и реализации системы б) алгоритм работы разработанной программы расчёта загрязнения

Методика разработки динамической системы мониторинга атмосферного воздуха с целью экологически безопасного размещения градостроительных и строительных объектов заключается в следующем:

1. а. Установление границы мониторинговой зоны.
1. б. Установление источников загрязнения воздушной среды (автомобильный транспорт, промышленные объекты, неблагоустроенные территории, временные источники загрязнения);
2. Определение объемов загрязнения от основных источников.
3. Зонирование территории (детские образовательные учреждения, лечебно-профилактические учреждения, жилая застройка различной этажности, административно-торговые, коммунально-складские территории), определение характера застройки (квартальная, строчная, замкнутая, индивидуальная);
4. Анализ метеорологических факторов – ветрового режима (определение неблагоприятных направлений (ОНВ) и скоростей);
5. Построение зон загрязнения от основных источников загрязнения атмосферного воздуха;
6. Категорирование территории – определение зон экологического благополучия, усиленного мониторинга и экологической опасности;
7. Принятие решений в зависимости от результатов категорирования - недопущение ухудшения на территории благополучной зоны и перевод зон экологической опасности и усиленного мониторинга в лучшую категорию.
8. Снижение содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в период неблагоприятных метеорологических условий.
9. Разработка и проведение мероприятий по оптимизации воздушной среды.

Был оценен экономический эффект от внедрения динамической системы мониторинга, который может составить около 1 миллиона рублей для модельной территории.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации представлено решение актуальной задачи по созданию динамической системы экологического мониторинга атмосферного воздуха. На основании результатов проведенных теоретических и экспериментальных исследований можно сделать следующие основные **выводы** по работе:

На основании анализа и обобщения научно-технической литературы и нормативных документов установлено, что существующая система мониторинга атмосферного воздуха имеет недостатки, не позволяющие достоверно оценить экологическую ситуацию и решить вопросы безопасного размещения объектов строительства:

- не учитывается комплексное воздействие основных источников загрязнения, включая пылящие территории и временные источники (объекты нового строительства и сноса);

- сеть мониторинга не учитывает: изменения интенсивности и состава транспортных потоков, объемов и состава промышленных выбросов, появление новых производств, взаимного расположения источников загрязнения, возникновение или исчезновение площадных источников загрязнения (неблагоустроенных территорий), включение в застройку различных строительных объектов, требующих различной степени защиты (детские образовательные учреждения, жилая застройка, спортивные объекты и др.), изменение планировочных решений, ветрового режима в течение года;

- не учитываются особенности рассеивания загрязняющих веществ при различных приемах застройки на территории.

1. Сформирована динамическая система мониторинга атмосферного воздуха, учитывающая основные источники загрязнения на территории (подвижные и стационарные, временные и постоянные) и их комбинированное действие, а также факторы: тип застройки, сезонные метеорологические изменения.

2. Проведен анализ данных об имеющихся источниках загрязнения атмосферного воздуха: оценка интенсивности движения автомобильного транспорта, оценка выбросов стационарного источника, оценка уровня благоустройства и содержания пыли в атмосферном воздухе. Проведена оценка метеорологических условий.

3. В целях дальнейшего построения системы мониторинга были получены математические зависимости рассеивания загрязняющих веществ от автомагистралей и городских улиц различных категорий. Для расчета полей рассеивания от автотранспорта внутри застройки используются данные, полученные методом моделирования (натурные эксперименты и исследования на полигоне городского моделирования).

4. На основе полученных расчетных и экспериментальных данных на карте изучаемой территории города строятся поля рассеивания загрязняющих веществ от источников. Затем определяются зоны, находящиеся под воздействием одного, двух и трех источников загрязнения при направлениях ветра по 8-ми румбам, и выявляются так называемые «точки схождения» - зоны, наиболее подверженные загрязнению от всех основных источников при конкретных метеорологических условиях. Полученные данные о рассеивании загрязняющих веществ позволяют определить «опасные направления ветра» (ОНВ), при которых наибольшая часть застройки попадает в зону загрязнения в течение длительного времени.

5. В соответствии с гибким подходом к формированию сети мониторинга, на исследуемой территории определяются места контроля атмосферного воздуха – передвижные и стационарные посты наблюдения. При внедрении динамической системы мониторинга атмосферного воздуха, они располагаются на тщательно отобранных репрезентативных участках. Места расположения постов наблюдения меняются в зависимости от метеорологических условий в течение года (с учетом определенных ОНВ), а также при изменении типа застройки, выбросов от источников загрязнения

атмосферного воздуха (постоянных и временных - новых объектов строительства и сноса).

6. Предлагается система оценки суммарного воздействия от автомобильного транспорта, стационарных источников (промышленные объекты) загрязнения, неблагоустроенных территорий и новых объектов строительства и сноса зданий и сооружений с учетом фактора времени воздействия (коэффициента). Результаты позволят оценить приоритетность источника загрязнения и их комплексное влияние с учетом времени воздействия наиболее неблагоприятных метеорологических условий.

7. В зависимости от преобладания источника загрязнения атмосферного воздуха и их комплексного воздействия на окружающую среду, а также результатов оценки и зонирования территории по степени экологической безопасности, предлагается схема-алгоритм принятия решений по улучшению состояния окружающей среды и экологически безопасного размещения объектов строительства.

8. Предлагаемая динамическая система мониторинга атмосферного воздуха, отработанная на модельном участке района г. Волгограда, для практического использования экстраполируется на любую территорию городского населенного пункта с различным набором источников загрязнения атмосферного воздуха (1, 2, 3 источника) с использованием разработанной системы (программы) расчета и построения полей загрязнения.

Предлагаются следующие **рекомендации** по обеспечению экологической безопасности городской среды и строительных объектов:

1. Рекомендовано при организации системы наблюдения за качеством атмосферного воздуха использовать принцип динамической системы мониторинга, учитывающей комплексное воздействие источников загрязнения (промышленные, автомобильный транспорт, неблагоустроенные пылящие территории, временные источники загрязнения), изменение метеорологических факторов и городских условий, а также временной фактор наиболее неблагоприятных условий.

2. При расчете зон рассеивания от автомобильного транспорта рекомендовано использовать полученные типичные зависимости рассеивания загрязняющих веществ от автомагистралей и городских улиц различных категорий, а также учитывать вид застройки (с использованием зависимостей рассеивания загрязняющих веществ, полученных методом моделирования).

3. Рекомендовано при планировании размещения мест контроля атмосферного воздуха использовать гибкий подход, располагать их на тщательно отобранных участках после оценки объема и состава выбросов, расчета зон рассеивания загрязняющих веществ от всех основных источников загрязнения и перемещать течение года с учетом определенных опасных направлений ветра (ОНВ), а также при изменении типа застройки, выбросов от источников загрязнения атмосферного воздуха (постоянных и временных - новых объектов строительства и сноса).

4. Рекомендовано использовать предложенную систему категорирования территории по степени экологического благополучия для обоснования возможности безопасного размещения строительных объектов различного назначения.

Перспективы дальнейшей разработки темы диссертации состоят в возможности использования результатов данных исследований и расчетов для разработки сети мониторинга атмосферного воздуха для городских населенных пунктов РФ, а также в дальнейшем совершенствовании мер по обеспечению экологической безопасности размещения объектов строительства.

Основное содержание работы отражено в следующих публикациях

Публикации в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях

1. Аброськин, А. А. Градостроительные мероприятия по снижению загазованности урбанизированных территорий выбросами автомобильного транспорта / В. В. Балакин, В. Ф. Сидоренко, И. В. Сидоренко, А. А. Аброськин // Экология урбанизированных территорий. - 2015. - № 4. - С. 79-84.

2. Аброськин, А. А. Актуальные вопросы разработки информационной системы для обоснования экологического мониторинга на территории крупного промышленного города / В.Ф. Сидоренко, А. А. Аброськин // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Стр-во и архитектура. - 2016. - Вып. 44 (63), ч. 2. - С. 61-69.

3. Аброськин, А. А. Обоснование системы экологического мониторинга атмосферного воздуха в целях обеспечения безопасности объектов строительства / В. Ф. Сидоренко, А. А. Аброськин // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Стр-во и архитектура. - 2017. - Вып. 47 (66), ч. 2. - С. 359-371.

4. Аброськин, А. А. Обеспечение экологической безопасности объектов строительства при использовании динамической системы мониторинга атмосферного воздуха / В. Ф. Сидоренко, А. А. Аброськин// Социология города. 2017. №1. С. 27-41.

5. Аброськин, А. А. Снижение негативного воздействия транспорта на жилую среду градостроительными средствами / В. В. Балакин, В. Ф. Сидоренко, Г. О. Сурков, Е. А. Решетников, А. А. Аброськин // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. Вып. № 3(57) Часть 2 С. 136-140.

Отраслевые издания и материалы конференций

6. Аброськин, А. А. Ранжирование альтернатив с использованием метода "Запрос" / А. А. Аброськин; А. В. Игнатъев // Актуальные проблемы строительных наук, образования и практики : сб. студ. науч. работ, посвящ. 60-летию образования ВолгГАСУ. - Волгоград : Изд-во ВолгГАСУ. - С. 195-203.

7. Аброськин, А. А. Концепция системы поддержки принятия решений в сфере эколого-гигиенического мониторинга / А. А. Аброськин; А. В. Игнатъев // Строительные науки и информационные технологии : сб. науч. ст. студентов и аспирантов строит. факультета по итогам Ежегодн. науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава и студентов ВолгГАСУ. - Волгоград : Изд-во ВолгГАСУ. - С. 5-7.

8. Аброськин, А. А. Качество атмосферного воздуха и здоровье населения Волгограда по данным социально-гигиенического мониторинга / Н.

В. Аброськина, В. Ф. Сидоренко, А. А. Аброськин // Качество внутреннего воздуха и окружающей среды = Indoor air and environmental quality : материалы XII Междунар. науч. конф., 23 марта-3 апр. 2014 г., г. Хайфа. - Волгоград : Изд-во ВолгГАСУ, 2014. - С. 21-25.

9. Аброськин, А. А. Платформа R как основа для автоматизированной информационной системы комплексной оценки эколого-гигиенической обстановки крупного промышленного города / А. В. Игнатьев, А. А. Аброськин // Ежегодная научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава и студентов ВолгГАСУ: материалы конф., Волгоград, 29-30 апр. 2014 г.: в 2 ч. - Волгоград : Изд-во ВолгГАСУ, 2014. - Ч. 1. - С. 217-221.

10. Аброськин, А. А. Применение методов Knowledge Discovery in Databases в комплексной оценке эколого-гигиенической обстановки крупного промышленного города / А. В. Игнатьев, А. А. Аброськин, Н. В. Аброськина // Инженерно-экологические проблемы строительного комплекса региона: материалы Междунар. науч.-техн. конф., 3-4 июля 2014 г., г. Волгоград. - Волгоград : Изд-во ВолгГАСУ, 2014. - С. 138-142.

11. Аброськин, А. А. Система мониторинга качества атмосферного воздуха как инструмент дифференцированного подхода к размещению объектов жилой и социальной инфраструктуры города / А. А. Аброськин, В. Ф. Сидоренко // Энергоэффективность, ресурсосбережение и природопользование в городском хозяйстве и строительстве: экономика и управление : материалы III Междунар. науч.-техн. конф., 20-25 мая 2016 г., Волгоград. - Волгоград : Изд-во ВолгГАСУ, 2016. - С. 162-168.

12. Аброськин, А. А. Проектирование и исследование градозэкологических систем. Градозэкологический паспорт жилого объекта : учеб.-метод. пособие для магистров курса 1,2 по профилю «Проектирование и исслед. градозэколог. Систем» / В. Ф. Сидоренко, А. А. Аброськин, И. В. Сидоренко ; М-во образования и науки Р.Ф., ВолгГАСУ, Каф. ЭСиГХ. - Волгоград : Изд-во ВолгГАСУ, 2016. - 68 с. - Библиогр.: с. 65-67

13. Аброськин, А. А. Оценка факторов благоустройства селитебной территории при разработке системы мониторинга атмосферного воздуха крупного промышленного города / А. А. Аброськин; науч. рук. В. Ф. Сидоренко // Ежегодная научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава и студентов ВолгГАСУ : сб. тез. докл. конф., 27-29 апр. 2016 г., Волгоград / Под общ. ред. А. В. Жиделева. - Волгоград : Изд-во ВолгГАСУ, 2016. - С. 223-224.

АБРОСЬКИН АЛЕКСЕЙ АНДРЕЕВИЧ

**ДИНАМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА
АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

Специальность 05.23.19 – Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства

Подписано в печать 06.02.2018 г. Заказ № 37 Тираж 100 экз. Печ. л. 1,0

Формат 60×84 1/16. Бумага писчая. Печать плоская.

Институт архитектуры и строительства
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства
400074, Волгоград, ул. Академическая, 1
Отдел оперативной полиграфии