

На правах рукописи



Глинянова Ирина Юрьевна

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ
ТЕРРИТОРИЙ СЕЛИТЕЛЬНЫХ ЗОН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ АЭРОЗОЛЕЙ**

2.1.10 - Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Волгоград – 2023

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

Научный консультант: доктор технических наук, профессор
Фомичев Валерий Тарасович

Официальные оппоненты: **Ашихмина Тамара Яковлевна**
доктор технических наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»,
«Научно-исследовательская лаборатория
биомониторинга» ВятГУ и института биологии
Коми НЦ УрО РАН,
главный научный сотрудник

Беленко Виктор Владимирович
доктор технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет
геодезии и картографии», кафедра
космического мониторинга и экологии, профессор

Сафатов Александр Сергеевич
доктор технических наук,
ФБУН «Государственный научный центр
вирусологии и биотехнологии «Вектор»,
отдел биофизики и экологических исследований,
заведующий отделом

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Саратовский государственный
технический университет им. Гагарина Ю.А.»

Защита состоится 28 сентября 2023 г. в 11:00 (по местному времени) на заседании диссертационного совета 24.2.339.04, созданного на базе ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», по адресу: 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, Зал Ученого совета.

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» и на сайте www.mgsu.ru

Автореферат разослан « ____ » _____ 2023 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Сысоева Елена Владимировна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертационного исследования. Обеспечение экологической безопасности селитебных зон населенных пунктов представляет собой комплекс мер, которые направлены на защиту окружающей среды и населения от хозяйственной деятельности, возможных угроз развития чрезвычайных ситуаций и др. При оценке текущего состояния экологической безопасности в РФ целесообразно рассматривать Президентский указ (от 19.04.2017 года за №176), в котором продемонстрировано, что *неблагоприятная среда является причиной ухудшения здоровья и повышения смертности населения, особенно той его части, которая проживает в промышленных центрах и вблизи производственных объектов.*

В этой связи пристальное внимание должно уделяться обеспечению экологической безопасности тех селитебных зон, которые подвержены влиянию промышленного сектора, где закономерными индикаторами обеспечения их экологической безопасности являются «*допустимые воздействия*» загрязняющих веществ в окружающей среде в соответствии с п. 4.6.3. ГОСТа Р 14.02-2005; низкий уровень заболеваемости населения или не выше среднего по стране, смертность не выше рождаемости и др.

Тем не менее, например, в Волгоградской области, за последние 15 лет (2005-2019 гг.), согласно официальной статистики (период времени анализа данных до начала пандемии коронавируса: SARS-CoV-2) устойчиво регистрировалась смертность выше рождаемости. Основными причинами смертности населения Волгоградской области за указанный период являлись болезни системы кровообращения, злокачественные новообразования, которые прогрессировали в регионе на фоне прекращения деятельности более 18000 организаций, в том числе, предприятий-гигантов ВОАО «Химпром», ОАО «Волгоградский тракторный завод», предприятий строительной индустрии: Кирпичный завод № 2, ОАО «302 Завод железобетонных изделий» и др. с одновременным сокращением выбросов загрязняющих веществ из стационарных источников более чем на 70 000 тыс. тонн. По выбросам химических соединений из передвижных источников с 2005 по 2016 гг. также наблюдалось их заметное снижение, затем небольшое увеличение и резкое сокращение к 2019 г.

Указанные обстоятельства предполагают улучшение экологической ситуации в регионе, а также положительную динамику показателей здоровья граждан. Однако в реальности происходит обратное: между регистрируемыми выбросами в Волгоградской области, например, из стационарных источников и указанными видами заболеваний прослеживается отрицательная регрессионная зависимость, между передвижными источниками и заболеваемостью зависимости не наблюдается. Данные факты могут свидетельствовать о том, что, антропогенные выбросы не являются основным фактором развития указанных видов заболеваний среди населения в Волгоградской области, а существуют иные факторы на региональном уровне, в том числе, возмож-

ные выбросы химических соединений из неизвестных региональных источников, которые находятся в атмосферном воздухе селитебных зон населенных пунктов, представляя соответствующие риски для здоровья человека.

Известно, что одним из главных механизмов обеспечения экологической безопасности населения является экологический мониторинг. При этом, установлено, что в настоящее время система государственного экологического мониторинга в Волгоградской области не позволяет осуществлять исследование загрязнения абсолютно во всех селитебных зонах населенных пунктов и производить там оценку экологической ситуации. Поэтому может происходить так, что в некоторых селитебных зонах на урбанистических территориях загрязнение присутствует, а источник химических соединений остается не выясненным, экологические мероприятия для населения не проводятся. Вследствие чего могут создаваться определенные экологические риски для человека, развиваться различные виды заболеваний, в том числе неясной этиологии.

В этой связи, назрела необходимость в совершенствовании системы государственного экологического мониторинга на региональном уровне, внедрении новых подходов и разработке инновационных решений в области экологического мониторинга с целью оперативной диагностики экологической ситуации территорий и выявления источников загрязнения, что является актуальной темой исследования по обеспечению экологической безопасности урбанизированных территорий.

Даная тематика исследования входит в перечень критических технологий РФ (п. 19: *«технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды ...»*), согласно Указа Президента РФ от 07.07.2011 г. №899, в приоритетные направления фундаментальных и поисковых научных исследований на 2021-2030 гг. (Распоряжение правительства РФ от 31.12.2020 г. № 3684-р), а именно: *«контроль и экологический мониторинг»* (п. 1.4.3.2); *«экологическая диагностика территорий»* (п.1.5.10.4) и др., согласуется с известными стратегиями развития нашего государства.

Диссертационное исследование выполнено в соответствии с тематическим планом научно-исследовательских работ ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» и соответствует паспорту п.6, п.8 научной специальности 2.1.10 «Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства».

Степень разработанности темы исследования. Экологический мониторинг как процесс наблюдения за окружающей средой в населенных пунктах и их окрестностях является одним из основных условий обеспечения экологической безопасности урбанизированных территорий.

Реализацией вопросов создания и развития систем экологического мониторинга занимались многие известные ученые: Теличенко В.И., Слесарев М.Ю., Романовская А.А., Графкина

М.В., Суздалева А.Л., Васильев А.В., Быков Д.Е., Янченко Н.И., Голохваст К.С., Громов С.А., Парамонов С.Г., Тихомирова Е.И., Белова М.Ю., Абросимова О.В. и др.

Решению задачи повышения эффективности регионального экологического мониторинга, может стать, например, краткосрочная оценка экологического состояния территорий селитебных зон населенных пунктов (п.4.3 РД 52.44.2-94) с одновременным установлением источников загрязняющих веществ, что может способствовать решению проблем устойчивого развития населенных пунктов Волгоградской области.

При этом базисом при разработке научных основ экологического мониторинга, по мнению автора, должно явиться исследование аэрозольных частиц диаметром до 10 мкм как наиболее опасных субстанций в современном мире для здоровья человека, что доказано рядом ученых. Так, обнаружена и доказана связь между пылевидными частицами и смертностью людей преклонного возраст от заболеваний сердечно-сосудистой системы и органов дыхания, например, в Китае; между высокими показателями преждевременной смертности от заболеваний сердечно-сосудистой системы, органов дыхания и частицами, диаметр которых меньше десяти мкм в Иране; между изменениями гематологических параметров, проявлении окислительного стресса у женщин из племенных районов в северо-восточной части Индии и мелкодисперсными частицами; между концентрациями частиц, которые меньше 2,5 мкм на урбанистических территориях Пакистана с локализацией большого количества промышленных предприятий и роста сердечно-сосудистых заболеваний и др.

Исходя из проанализированной литературы, частицы пыли размером $<5...10$ мкм представляют наибольшую опасность для человека, поскольку могут разными путями вторгаться в организм человека, например, через дыхательную систему в другие органы организма человека в виду их небольшого диаметра. В связи с чем, ультрадисперсные частицы способны оперативно проходить, например, в эпителиальные клетки и проникать в кровоток легких и др., перемещаться в головной мозг организма человека по обонятельным нервам, нарушая его работу и вызывая различные заболевания. Так, Najirouq S. и др. установили, что мелкодисперсная пыль, переносимая по воздуху, может вызывать дисфункцию мозга.

В этой связи, несомненно, актуальными являются исследования, посвященные именно мониторингу аэрозолей в атмосферном воздухе городских территорий, которые создают незаметную, но перманентную угрозу для здоровья человека, поскольку мелкодисперсные частицы характеризуются физической и химической активностью, высокой адсорбционной способностью, значительной площадью поверхности для аккумуляции различных химических соединений и др.

Поэтому, при осуществлении государственного экологического мониторинга, необходимо больше внимания уделять отслеживанию и изучению именно аэрозольных частиц меньше 10 мкм в населенных пунктах, как активаторов развития различных заболеваний среди населения.

Мониторингом аэрозольных частиц и исследованием их показателей в населенных пунктах занимались многие отечественные и зарубежные авторы. Так, например, Азаров В.Н. и др. исследовали в городской среде диаметр частиц или фракции пылевидных частиц в виде главных свойств атмосферных аэрозолей при анализе загрязняющих веществ окружающей среды. Белорусские исследователи, такие как Просвирякова И. А., Шевчук Л. М. оценивали содержание мелкодисперсных частиц на территориях жилой застройки с нагрузкой промышленных производств, где ими анализировался диаметр частиц, а также производилась гигиеническая оценка загрязнения атмосферного воздуха, выявлялись уровни риска здоровья проживающего населения.

Дальневосточные ученые (Голохваст К.С. и др.) изучали нано-частицы в Биробиджане, заповедных территориях, оценивая их экологический эффект.

Большое количество работ посвящено исследованию кислотности и удельной электропроводности атмосферных осадков. Так, в Бахчисарайском районе Крыма, Каюкова Е. П. изучала кислые примеси и химический состав осадков воздушного бассейна; в различных районах г. Севастополя исследовался показатель атмосферных осадков в виде удельной электропроводности, кислотности.

Янченко Н. И. исследовала в г. Братске кислотность и удельную электропроводность снежного покрова с учетом нагрузки от «промышленных предприятий по производству первичного алюминия (БрАЗ), ферросплавов (БЗФ), целлюлозы на лесопромышленном комплексе (БЛПК); теплоэнергетики и автотранспорта» с установлением между ними корреляционных связей, в том числе в ее работах демонстрировались методы отбора проб снежного покрова.

Семенец Е. М. и др. изучали атмосферные осадки Заполярья; исследованием кислотности, химического состава снежного покрова Московской области занимались Еремина И. Д., Григорьев А. В.

Ветров В. А., Кузовкин В. В., Манзон Д. А. осуществляли мониторинг химического состава снежного покрова в российской Арктике, Пристова Т. А., Василевич М. И. исследовали атмосферные осадки на территории Республики Коми, Качановский Ф. В. проводил исследования показателя кислотности атмосферных осадков, их удельной электропроводности в г. Твери, ученые из Архангельска (Чагина Н. Б. и др.) изучали кислотность, электропроводность и др. в снежном покрове.

На государственном уровне подобные исследования атмосферных осадков с анализом показателя, например, кислотности осуществляются планомерно в России на 221 станциях, что регламентировано нормативными документами в РФ.

За рубежом, для оперативной оценки экологической ситуации в населенных пунктах, также применялись многими авторами аналогичные показатели атмосферных осадков, такие как кислотность, удельная электропроводность.

Между тем, встречались работы, в которых исследовались и другие показатели аэрозолей, например, химический состав частиц: Филиппова У.Г.; Дрозд В. А., Кику П. Ф., Ананьев В. Ю. и др.; Ивлев Л. С.; Голобокова Л. П., Польшин В. В., Онищук Н. А., Хуриганова О. И. и др.; показатели токсичности аэрозолей: Лапшин В. Б., Яблоков М. Ю. и др.; Звездин В. Н., Землянова М. А., Акафьева Т. И.; показатель удельного загрязнения территорий: Николаевский В. С., Козлова Е. А.; Глазачева Г. И. и др.; Месяц С. П. и др.

Song Y., Maher B, Li F. и др. изучали морфологию частиц, размер, массовую концентрацию частиц и др. атмосферного воздуха Пекина (Китай). Sgrigna G., Saebo A., Gawronski S. и др. изучали показатель осаждения мелкодисперсной пыли ($\text{мг}/\text{см}^2$) разных фракций. Новый подход в исследовании «количественной характеристики частиц» был продемонстрирован Lin L., Yan Y., Ma K. и др. В городской среде Неаполя (Италия) в мелкодисперсной пыли (PM10) исследовались минеральные частицы и химические соединения морской соли. Cardoso K. M., de Paula A., dos Santos J. S. и др. анализировали токсичные элементы в аэрозольных частицах. Miranda C. и др. производили магнитный анализ аэрозольных частиц, а также большого количества микроэлементов.

Однако практически не изучались вопросы комплексного использования аэрозольных показателей, позволяющих производить оперативную оценку экологического состояния территорий селитебных зон с одновременным установлением источников аэрозольного загрязнения.

В связи с вышеизложенным, **целью исследования** явилась разработка научных основ экологического мониторинга территорий селитебных зон с использованием показателей аэрозолей по обеспечению их экологической безопасности.

Объект исследования – селитебные зоны Волгоградской области, функционирующие в условиях нагрузки предприятий строительного комплекса и в условно чистых зонах.

Предмет исследования – показатели аэрозольных частиц, как базовые элементы экологического мониторинга территорий селитебных зон.

Для достижения указанной цели диссертационной работы были поставлены и решены следующие **задачи**:

1. Установлены наиболее эффективные показатели аэрозольных частиц как базовые элементы экологического мониторинга территорий на основе анализа отечественной и зарубежной литературы, апробированные на четырех тестовых полигонах в Волгоградской и Саратовской областях;

2. Разработаны научные основы экологического мониторинга территорий селитебных зон на основе протестированных показателей аэрозолей и представлено теоретическое описание.

3. Апробирован экологический мониторинг с использованием показателей аэрозолей на территории селитебной зоны в условиях техногенной нагрузки предприятий строительного комплекса (керамзитовые производства и др.) и в условно чистой зоне, в том числе, в их сравнительной характеристике.

4. Внедрен экологический мониторинг с использованием показателей аэрозолей в деятельность работы природоохранных органов государственной власти Волгоградской области.

Научная гипотеза заключается в обосновании возможности создания научных основ экологического мониторинга территории селитебных зон посредством комплексного использования наиболее эффективных показателей аэрозольных частиц.

Научная новизна работы:

Впервые:

- разработаны научные основы экологического мониторинга территорий селитебных зон с позиции особого вида интегрального преобразования нормированных значений показателей аэрозольных частиц, которые соответствуют функциям, характеризующие экологические аспекты изучаемых территорий, что позволяет спрогнозировать их экологический статус, выявлять антропогенные и природные источники загрязнения окружающей среды, предсказывать возникновение природных катастроф;

- экспериментально получен диапазон изменений показателей аэрозольных частиц (кислотности, удельной электропроводности/общей минерализации, токсичности, количества и массовой доли частиц), который позволяет производить оценку загрязнения окружающей среды от условно чистой до опасной;

- определен алгоритм поиска источников загрязнений в селитебных зонах населенных пунктов и других территорий на основе разработанной методологии с ее базовыми принципами (антропогенный; природный; сетлементный, компарентный и др.) для прогнозирования источников выбросов;

- установлен смешанный тип загрязнения в селитебных зонах населенных пунктов Волгоградской области, обусловленный антропогенной нагрузкой промышленных предприятий, а также

выбросами природных химических соединений из прогнозируемых активных, геологических структур с доминированием скрытых, подземных, древних вулканических областей в степной зоне;

- экспериментально установлено, что по показателям количества ($N_{PM10, \%}$) и массовой доли ($D(d_{PM10, \%})$) частиц; удельной электропроводности ($EC, \text{мкСм/см}$), общей минерализации ($TDS, \text{мг/л}$) аэрозольных суспензий, приготовленных из частиц, отобранных в зеленой инфраструктуре можно выявлять в условно чистых зонах скрытые источники природного загрязнения территорий;

- выявлено природное загрязнение на территориях условно чистых зон Волгоградской и Саратовской областей при отсутствии антропогенных нагрузок, что обусловлено прогнозируемой эксгаляцией в атмосферный воздух химических соединений из активных геологических структур, расположенных в основании указанных земельных участков и их окрестностей.

Теоретическая значимость результатов работы:

- получена математическая модель интегрального преобразования нормированных значений показателей аэрозольных частиц, которые соответствуют функциям, характеризующих экологические аспекты изучаемых территорий, что позволяет спрогнозировать их экологический статус;

- разработаны базовые принципы основ методологической концепции в виде алгоритма поиска антропогенных и природных источников загрязнения территорий.

Практическая значимость работы:

I. Экологический мониторинг территорий селитебных зон населенных пунктов с использованием аэрозольных показателей может быть использован:

- в деятельности государственных органов власти, осуществляющих региональный экологический мониторинг для обеспечения экологической безопасности селитебных зон населенных пунктов и территорий, что будет способствовать повышению эффективности государственного экологического мониторинга, решению проблем устойчивого развития городских и сельских поселений Волгоградской области, улучшению качества и уровня жизни населения;

- в работе департаментов по градостроительству и архитектуре администрации городских округов и муниципальных районов при разработке или корректировке генеральных планов населенных пунктов в части зонирования территорий, отводимых под перспективное жилищное строительство, развитие социальной инфраструктуры, под выращивание сельскохозяйственной продукции и др. с целью исключения в их основании скрытых источников природного загрязнения для сохранения здоровья и благополучия населения;

- любыми организациями, которые занимаются инженерными изысканиями для строительства с целью определения возможности реализации проектных решений на выбранной территории с учетом обеспечения экологической безопасности и др.;

- в системе работы государственных структур и частных компаний, которые занимаются геологоразведкой для выявления природного загрязнения территорий, которое может быть обусловлено проявлениями скрытых месторождений полезных ископаемых;

- для выявления региональных источников антропогенного и природного загрязнения территорий, в том числе, регистрации не учитываемых объемов выбросов природных химических соединений, маскирующихся под антропогенные выбросы в селитебных зонах населенных пунктов с целью разработки мероприятий для:

- защиты населения от естественной нагрузки на урбанистических территориях, что может быть использовано в системе работы государственных органов власти, осуществляющих региональный экологический мониторинг;
- оценки уровня здоровья населения и локальных, специфических выбросов природных химических соединений, что может быть использовано в системе работы государственных органов власти, реализующих в регионе санитарно-гигиенический мониторинг.

II. Проведенное диссертационное исследование:

- впервые предоставило возможность спрогнозировать смешанный тип загрязнения в рп. Средняя Ахтуба (Среднеахтубинский район Волгоградской области); рп. Светлый Яр (Светлоярский район Волгоградской области) и др., что представляет интерес для последующего наблюдения за указанными территориями и разработке защитных экологических мероприятий для населения;

- впервые дало возможность спрогнозировать в условно чистых зонах факт природного загрязнения территорий, а именно: в селитебной зоне пос. Киляковка и его окрестностях (Среднеахтубинский район, Волгоградская область); СНТ «Орошенец», «Шельф» и его окрестностях (Советский район, Волгоград) и др., на земельном участке сельскохозяйственного назначения (Красноармейский район, Саратовская область) и др., что может быть основанием для осуществления широкомасштабных геолого-разведочных работ в указанных местностях с целью выявления там скрытых месторождений твердых полезных ископаемых неизвестных ранее в регионах;

- впервые позволило построить карты поверхностных температурных аномалий (теплового загрязнения) левобережья Волгоградской области и южной части Волгоградской агломерации;

- впервые предоставило возможность автору спрогнозировать в Волгоградской области два источника природного загрязнения территорий (активные геологические структуры), представляющие собой скрытые, подземные древние вулканические области, очаги которых, предположительно, расположены в основании земельных участков, а именно: между г. Волжским и прудом-

испарителем «Большой Лиман», включая сам пруд (Волгоградская область); между населенными пунктами Кетченеры и Чкаловский (республика Калмыкия) с глубоким активным разломом, который уходит в Волгоградскую область и проходит рядом с ее населенными пунктами (Дубовый Овраг, Большие Чапурники, Светлый Яр и др.) в реку Волга, что требует пристального наблюдения за указанными активными геологическими структурами со стороны региональных органов государственной власти, осуществляющих экологический, социально-гигиенический мониторинг и др.

Методология и методы исследования. Основой методологии исследований являлся междисциплинарный подход: *экологический* (полевые исследования: использование метода полигонов (отбор проб: аэрозольных частиц в зеленой инфраструктуре селитебных зон, условно чистых территорий за весенне-летний период)), (лабораторные исследования: приготовление аэрозольных суспензий и диагностика аэрозольных показателей: кислотности (электрометрический метод анализа), удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) и общей минерализации (TDS, мг/л) (кондуктометрические методы анализа), количества и массовой доли частиц (микроскопический метод анализа с использованием программного продукта «SPOTEXPLORER V1.0», «DUST» (ГОСТ Р56929-2016)), (экспериментальные исследования: постановка эксперимента для установления токсикантов в аэрозольных суспензиях (ПНД Ф Т 14.1:2:4.19-2013) (метод биотестирования)); *метеорологический* (исследовались направление и скорость ветра (апрель-сентябрь)); *геологический* (анализ архивных данных по геологии в местном Территориальном фонде геологической информации для анализа геологических процессов на изучаемой территории и установления локализации возможных скрытых источников загрязнения окружающей среды в виде активных геологических структур); *археологический* (анализ архивных данных по археологии в региональном Краеведческом музее для определения мест древних поселений и рода занятий в прошлом древних людей как индикации на возможные активные геологические структуры: скрытые месторождения полезных ископаемых, палеовулканические области и др.); *медицинский* (анализ данных заболеваемости населения).

При разработке научных основ экологического мониторинга территорий с использованием показателей аэрозолей использовались также: метод дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) на основе данных новейших спутниковых систем: Landsat-8, Google Earth (USA) и др.; сравнительные методы исследования (сравнивались показатели аэрозольных частиц территорий); метод прогнозирования экологической ситуации (авторская программа для ЭВМ «Aerosols's analysis & Environment») и др.

Положения, выносимые на защиту:

- научные основы экологического мониторинга территорий с использованием аэрозольных показателей обеспечивают краткосрочную оценку экологического статуса селитебных зон

населенных пунктов и любых других земельных участков с прогнозированием источников загрязнения и возможных природных катастроф;

- математическая модель краткосрочной оценки экологического статуса селитебных зон населенных пунктов и любых других земельных участков представляет собой особый вид интегрального преобразования нормированных значений показателей аэрозольных частиц, которые соответствуют функциям, характеризующих экологические аспекты изучаемых территорий, позволяя устанавливать их экологический статус в диапазоне от экологической нормы до зоны экологического бедствия;

- разработанная автором методологическая концепция с ее базовыми принципами представляет собой пошаговый алгоритм выявления антропогенных и природных источников загрязнения окружающей среды на исследуемой территории.

Апробация работы. Материалы работы были доложены и обсуждены на международных и всероссийских научных и научно-технических конференциях, наиболее значимыми среди которых были: the 10-th International Summit on Global Warming and Environmental Science» (Paris, 2022); международный архитектурный фестиваль «Экоберег-2022» (Волгоград); Всероссийская конференция с международным участием «Геохимия окружающей среды» (RCEG-2022) (Москва, 2022); Международная научная конференция «Строительство и архитектура: теория и практика инновационного развития», (CATPID – 2019, 2021); the First Eurasian Conference «Innovations in minimization of natural and technological risks», (Baku, 2019); Международная научная конференция «Строительство и архитектура: теория и практика инновационного развития» - Строительство дорог, мостов, тоннелей и аэродромов, 2019 г.; Third International Conference «Communications in Computer and Information Science», (DTGS 2018); VII Международная научно-практическая конференция «Resource and Energy Efficient Technologies in the Construction Complex of the Region» (Саратов, 2019); XVII Международная научно-техническая конференция «Actual issues of architecture and construction» (Саранск, 2017); XIV Международная научно-практическая конференция «Cities of Russia: problems of construction, engineering support, improvement and ecology» (Пенза, 2012); VIII Международная научная конференция «Quality of Indoor Air and Environment» (Самарканд, 2010) и др.

Личное участие автора определяется в получении результатов научных исследований, которые изложены в диссертации автора в виде постановки цели и задач исследования, проведении теоретических и натурных исследований, выполнении лабораторных и экспериментальных исследований, их анализа и обобщения, статистической обработки полученных результатов; подготовки научных публикаций по выполненной работе. Автором разработаны: компьютерная программа для оценки экологического статуса территорий на основании

аэрозольных показателей; научные основы экологического мониторинга территорий селитебных зон на основе особого вида интегрального преобразования нормированных значений показателей аэрозольных частиц, которые соответствуют функциям, характеризующих экологические аспекты, что позволяет спрогнозировать экологический статус территории, а также антропогенные и природные источники загрязнения окружающей среды, предсказывать возникновение природных катастроф.

Степень достоверности полученных результатов при решении поставленных задач обеспечивалось за счет использования современной приборно-аналитической базы, которая входит в Государственный реестр средств измерений Российской Федерации, статистических методов обработки полученных результатов с применением критерия Краскела — Уоллиса, Т-критерия-Вилкоксона; методов теории качеств, корреляционно-регрессионного анализа и др. Научные положения и выводы диссертационной работы были сформированы на основании изучения фондовой литературы, а также согласованности полученных теоретических данных с результатами исследований. Демонстрируемые автором основные научные положения и выводы по результатам диссертационной работы представлены в рецензируемых научных изданиях, в том числе в журналах первого квартиля за рубежом с импакт-фактором >5 .

Реализация результатов исследований: экологический мониторинг территорий селитебных зон с использованием показателей аэрозолей внедрен в работу Росприроднадзора (Межрегиональное управление Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Астраханской и Волгоградской областям), экологическую службу г. Волжского Волгоградской области (МБУ «СООС») для повышения эффективности регионального государственного экологического мониторинга, обеспечения экологической безопасности урбанистических территорий, повышения качества жизни и уровня здоровья населения Волгоградской области.

Публикации по результатам исследований. Автором опубликовано 38 работ, из которых: 1 монография, 3 изобретения, 1 свидетельство на программу ЭВМ; 23 статьи в журналах из перечня ВАК, в том числе 2 статьи RSCI; 2 статьи в журналах, индексируемых Web of Science (IF=5.6, Q1), 4 статьи из базы Scopus и др.

Структура и объем работы: диссертация содержит введение, 6 глав, заключение и 22 приложения. Общий объем работы – 454 страницы, из них 241 страница – основной текст, содержащий 34 рисунка, 49 таблиц; 75 страниц - список литературы из 622 наименований; 136 страниц - приложения.

Благодарности: Автор выражает благодарность научному консультанту Фомичеву В.Т. за постановку задач диссертационной работы, анализ и интерпретацию полученных результатов исследования; научному руководителю Волгоградского государственного технического уни-

верситета - академику РАН Лысаку В.И. за помощь в реализации научных исследований на всех этапах выполнения докторской диссертации и ценные рекомендации; профессору, д.т.н. Желтобрюхову В.Ф. за полезные обсуждения и помощь в работе.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **Введении** автором обозначена актуальность избранной темы, ее разработанность, сформулирована основная цель и задачи диссертационного исследования, описана научная новизна, продемонстрирована теоретическая и практическая значимость работы, представлены выносимые на защиту основные положения диссертационной работы, охарактеризована методология и методы диссертационного исследования, обоснована степень достоверности и показана апробация диссертации, продемонстрировано, что выбранная тематика исследования входит в приоритетные направления фундаментальных и поисковых научных исследований.

Глава 1 «Экологический мониторинг как структурообразующий элемент системы обеспечения экологической безопасности селитебных зон населенных пунктов» посвящена исследованию единой системы государственного экологического мониторинга Волгоградской области. Обнаружено, что в поле зрения региональных государственных экологических постов попадают не все селитебные зоны населенных пунктов Волгоградской области. При этом на некоторых из них может складываться неблагоприятная ситуация, а экологический мониторинг отсутствовать, источник загрязнения не ясен. В сложившейся ситуации, функционирующая система экологического мониторинга в Волгоградской области требует совершенствования, внедрения новых методов, способов и подходов к оценке экологического состояния окружающей среды, широкого охвата селитебных зон населенных пунктов Волгоградской области и использования эффективных методов выявления существующих источников загрязнения.

В этой связи, для оперативной оценки экологической ситуации, было предложено использование краткосрочного обследования территорий селитебных зон населенных пунктов на основе показателей аэрозольных частиц как индикаторов на загрязнение окружающей среды при их диаметре меньше 10 мкм.

При этом анализ научных работ в России и за рубежом позволил выявить наиболее эффективные показатели качества аэрозольных атмосферных осадков, которые целесообразно использовать для оперативной оценки экологической ситуации в селитебных зонах населенных пунктов, а именно: показатель удельной электрической проводимости (ЕС, мкСм/см) или количественная характеристика способности атмосферных осадков проводить электрический ток, что может свидетельствовать об их загрязнении; показатель общей минерализации (TDS, мг/л), который указывает на содержание примесей в атмосферных осадках и выражается в количестве растворенных веществ (неорганические соли, органические вещества); водородный показатель (рН) позиционирует кислотность осадков; показатель токсичности атмосферного воздуха выяв-

ляет в атмосферном воздухе токсиканты - химические соединения-ингибиторы, способные вызывать нарушения физиологических функций живого организма, в результате чего возникают симптомы отравления (интоксикации и др.), а при тяжелых отравлениях их гибель; показатели количества и массовой доли аэрозольных частиц ($d < 10$ мкм), которые способны указать на загрязнение территории и наличие в атмосфере металлических примесей.

В связи с тем, что в некоторых регионах атмосферные осадки выпадают редко, целесообразно использовать аэрозольные частицы, при чем отобранные в зеленой инфраструктуре мегаполисов, которые применяются многими исследователями в различных странах мира в качестве «пассивных мониторов» и главных индикаторов на загрязнение окружающей среды населенных пунктов.

Для понимания и прогнозирования всевозможных источников аэрозольного загрязнения окружающей среды населенных пунктов, автором был проведен анализ исследований источников происхождения аэрозольных частиц не более 10 мкм в различных населенных пунктах мира, который был выполнен российскими и зарубежными авторами, что позволило разделить источники происхождения аэрозольных частиц на две большие группы: антропогенные и природные. Проведенный обзор отечественных и зарубежных научных исследований по возможным источникам аэрозольного загрязнения городских и сельских территорий указал на то, что селитебные зоны населенных пунктов могут испытывать значительную нагрузку не только от работы городского хозяйства и других источников антропогенного загрязнения окружающей среды, но и нагрузку от природных источников, на которые недостаточно обращается внимания со стороны органов государственной власти в регионах. В результате чего в селитебных зонах населенных пунктов атмосферный воздух может быть наполнен аэрозольными частицами из антропогенных и естественных источников, представляя собой смешанный тип загрязнения, где природные аэрозоли являются неучтенными выбросами на урбанистических территориях, создавая определенные риски для жизни и здоровья населения.

В конце 1 главы определено приоритетное и перспективное направление диссертационного исследования в рамках научно-технологического развития РФ. Сформулирована базисная проблема диссертационного исследования и обозначена тема научного исследования.

В главе 2 «Тестовые полигоны экологического мониторинга территорий с использованием показателей аэрозолей (на примере Волгоградской и Саратовской областей)» приведены результаты апробации наиболее эффективных аэрозольных показателей.

Так, оценка загрязнения окружающей среды с использованием аэрозольных показателей: рН; ЕС, мкСм/см была проведена в селитебной зоне пос. Светлый Яр (Светлоярский район Волгоградской области) (тестовый полигон № 1). Проведенное исследование осуществлялось на

основе разработанного автором способа (патент РФ № 2712945), что позволило выявить в зеленой инфраструктуре жилой зоны пос. Светлый Яр кислые высокоминерализованные аэрозоли, создающие определенные экологические риски для проживающего там населения. Автором спрогнозирован смешанный тип загрязнения территории селитебной зоны, который обусловлен антропогенной нагрузкой со стороны южного промышленного узла Волгограда, прудов-накопителей жидких отходов, предприятий Светлого Яра и возможными природными источниками химических соединений в виде продуктов дегазации активных геологических структур, расположенных в Светлоярском районе Волгоградской области и республики Калмыкия, исходя из ветровой нагрузки и полученных данных методом дистанционного зондирования Земли и др. (Glinyanova I. и др., 2021).

На перспективном земельном участке сельскохозяйственного назначения в условно чистой зоне (пос. Ваулино, Красноармейский район, Саратовская область) (тестовый полигон № 2) осуществлялось тестирование показателя общей минерализации аэрозольных частиц (TDS, мг/л), отобранных на листьях и побегах дикорастущих трав с целью оценки экологического состояния территории на основании запатентованного способа (патент РФ № 2735034) в некоторой его модификации (Alamgir, 2017), (Popov et al., 2020). В связи с чем была выявлена высокая минерализация травяных настоев из условно чистой зоны, которая может быть объяснена в пользу действия природного фактора, который отражает на земельном участке и его окрестностях активность геологических структур, что подтверждается дистанционными методами зондирования Земли и дополнительными анализами проб из водных источников, характеризующих аномально высокие значения химических элементов природных вод в окрестностях исследуемого земельного участка (Глинянова И. Ю., 2021).

В селитебной зоне пос. Киляковка (Среднеахтубинский район, Волгоградская область) (тестовый полигон № 3) производилось тестирование показателя токсичности аэрозольных суспензий на основании развития тест-объектов (Lg, см). Пос. Килякова - это малоэтажная индивидуальная жилая застройка с объектами социального назначения и др. В Киляковке отсутствуют промышленные предприятия, поселок расположен в зеленой зоне в лоне реки Ахтуба (приток р. Волга) и озера Аленушка. В 8-ми км. от Киляковки расположен индустриальный центр г. Волжского. Исходя из полученных данных, показатель токсичности аэрозольных суспензий соответствовал высокому уровню загрязнения и токсичности атмосферного воздуха исследуемой территории (III уровень). Данный факт свидетельствовал о наличии в аэрозольных частицах токсиантов - веществ, обладающих ингибирующим действием и представляющих опасность для живых организмов. По прогнозам автора, токсичность аэрозольных частиц могла быть в большей степени спровоцирована природным загрязнением территории, источником которого яв-

ляются активные геологические структуры, расположенные в основании пос. Киляковка и его окрестностях, что подтверждается обнаруженным аномальным содержанием ряда химических соединений в растениях, донных отложениях, в том числе редких элементов, многократно превышающих кларковые значения, что может указывать на проявление скрытого рудного тела (Глинянова И. Ю., 2020 и др.).

В селитебной зоне населенного пункта Средняя Ахтуба (Среднеахтубинский район Волгоградской области) (тестовый полигон №4) тестировались аэрозольные показатели количества (N_{PM10} , %) и массовой доли ($D(d_{PM10}, \%)$) аэрозольных частиц. Полученные результаты свидетельствовали о высоком аэрозольном загрязнении территории мелкодисперсными частицами (PM_{10}), в том числе по их массовой доле, где превышение значений по сравнению с условно чистой зоной составило в 10 раз, что свидетельствовало о металлических примесях в атмосферном воздухе селитебной зоны рп Средняя Ахтуба в 2018 г.

Успешное применение аэрозольных показателей при оценке загрязнения окружающей среды на тестовых полигонах в Волгоградской и Саратовской областях позволило их использовать в разработке научных основ экологического мониторинга территорий селитебных зон с использованием показателей аэрозолей.

В главе 3 «Научные основы экологического мониторинга территорий с использованием показателей аэрозолей: теоретическое описание» представлен общий вид алгоритма этапов экологического мониторинга территорий селитебных зон с использованием аэрозольных показателей (рисунок 1), в котором заложена математическая модель интегральной оценки экологического состояния территории с позиции свертки нормированных базовых факторов по Колмогорову – Нагумо.

Интегральная оценка экологического состояния территории основывается на базовых факторах в виде значений наиболее эффективных аэрозольных показателей: кислотности (рН) (x_1); удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) (или TDS, мг/л) (x_2); токсичности (развитие тест-объектов (Lr, см)) (x_3); количества аэрозольных частиц диаметром не более 10 мкм (PM_{10}) ($N_{PM10}, \%$) (x_4) и их массовой доли ($D(d_{PM10}, \%)$) (x_5).

Экспертно были установлены диапазоны изменений базовых факторов. В таблице 1 приведены значения границ x_i^1 и x_i^0 для каждого элементарного свойства системы (базового фактора), а также подобраны функции (p_1-p_5) нормировки элементарных свойств в формулах.

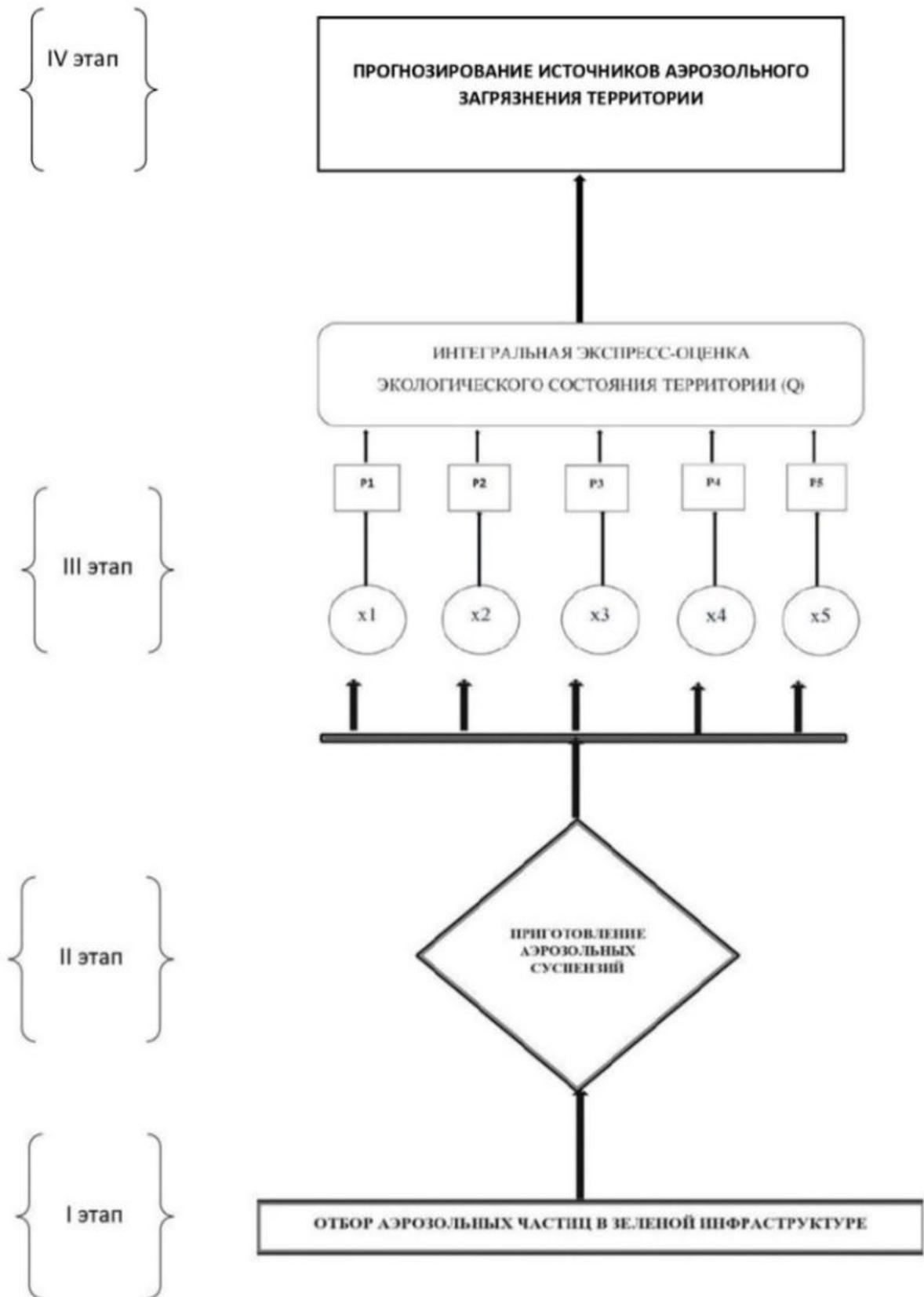
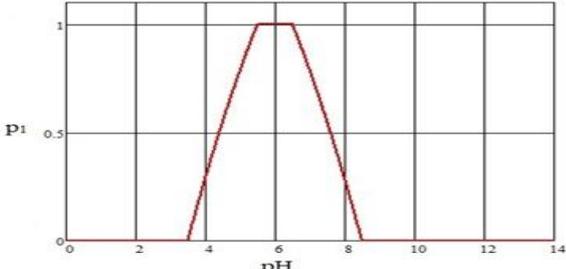
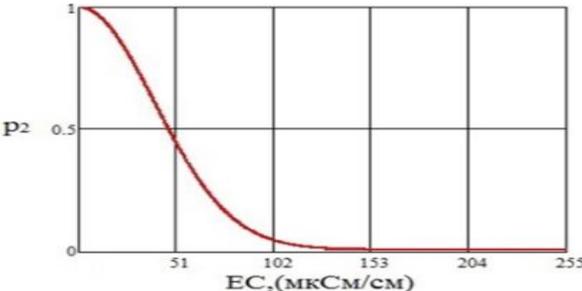
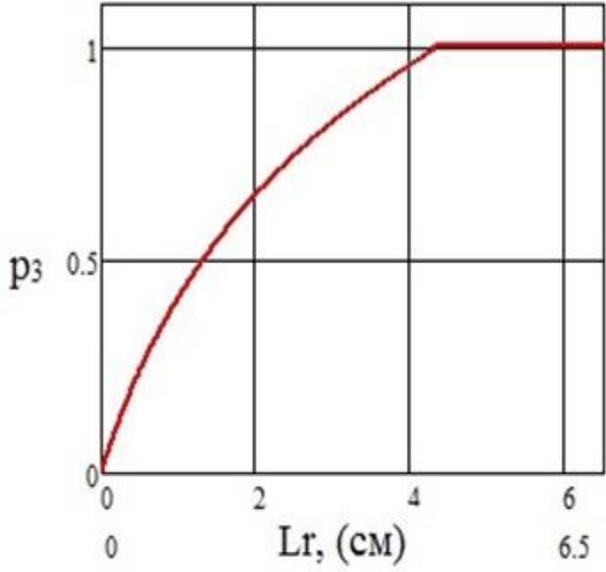
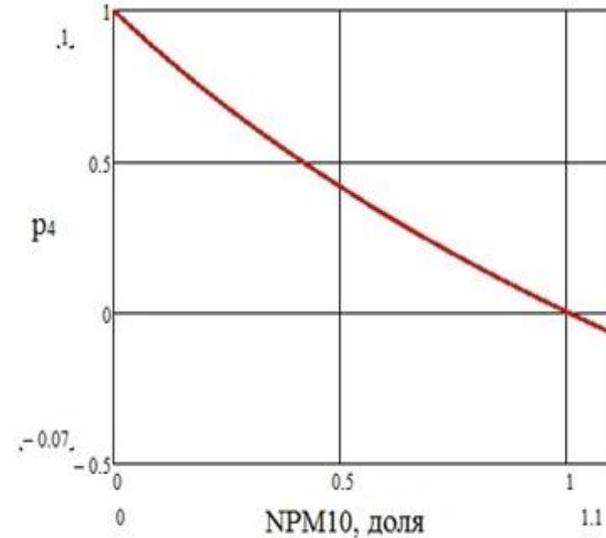
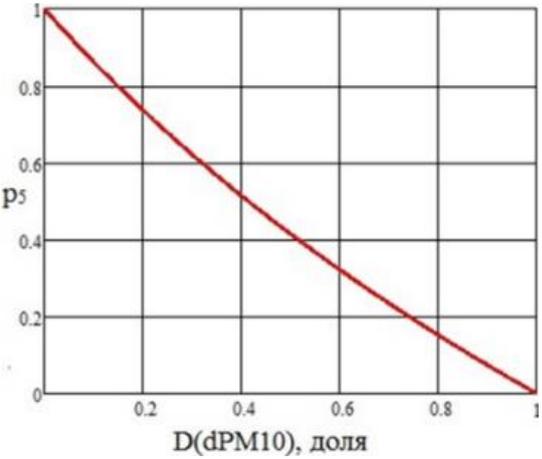


Рисунок 1 – Общий вид алгоритма этапов экологического мониторинга территорий селитебных зон с использованием показателей аэрозолей

Таблица 1 – Функции нормировки базовых факторов

x_i	Ед. измерения	x_i^0	x_i^1	Функции и графики
x_1	г-ион/л	0 14	7	$p_1 = \begin{cases} 1 & \text{при } 5,5 \leq x_1 \leq 6,5 \\ -0,05x_1^2 + 0,95x_1 - 2,7125 & \text{при } 3,5 \leq x_1 < 5,5 \\ -0,05x_1^2 + 0,25x_1 + 1,48 & \text{при } 6,5 < x_1 \leq 8,5 \\ 0 & \text{при } x \leq 3,5 \text{ и } x \geq 8,5 \end{cases}$  <p>x_1 – среднее значение показателя кислотности аэрозольных суспензий (рН); зависимость кусочно-гладкая. Интервалы и вид функции был выбран с учетом данных: за лучшее значение приняты значения рН 5,5-6,5, за худшие значения: крайне кислая среда (рН=3,5) и крайне щелочная среда (рН=8,5) (по Свистову П.Ф., 2010).</p>
x_2	мкСм/см	250	0	$p_2 = e^{-\frac{x^2}{3200}}$  <p>x_2 – среднее значение показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см); зависимость обратная. Интервалы и вид функции был выбран с учетом данных: за наилучшее значение удельной электропроводности принято значение «0» мкСм/см, за худшее значение 250 мкСм/см (по Свистову П.Ф., 2010). Вид функции подбирался таким образом, чтобы на интервале от 0 до 60 мкСм/см качество уменьшалось медленно, а ухудшение качества происходило очень быстрыми темпами при значениях ЕС > 90 мкСм/см.</p>

x ₃	см	0	4,36	$p_3 = \begin{cases} \frac{1}{\ln(5,36)} \ln(x_3 + 1) & \text{при } x_3 < 4.36 \\ 1 & \text{при } x_3 \geq 4.36 \end{cases}$  <p>x₃ – среднее значение показателя развития тест-объектов (Lr, см); зависимость прямая, за лучшее значение принято Lr= 4,36 см и >(по Bettiol C. et al, 2016), за худшее – 0 см.</p>
x ₄	Доля	1	0	$p_4 = 1 - \frac{1}{\ln(2)} \ln(x_4 + 1)$  <p>x₄ – среднее значение показателя количества аэрозольных частиц с диаметром в диапазоне от 0 до 10 мкм (N_{PM10}); зависимость обратная. За идеальное значение принято значение «0» (экспертно).</p>

x_5	Доля	1	0	$p_5 = 1 - \frac{1}{\ln(2)} \ln(x_5 + 1)$  <p>x_5 – среднее значение показателя массовой доли аэрозольных частиц с диаметром в диапазоне от 0 до 10 мкм ($D(d_{PM10})$); зависимость обратная. За идеальное значение принято значение «0» (экспертно).</p>
-------	------	---	---	--

В этой связи, качественная интегральная оценка экологического состояния территории (Q) определяется сверткой нормированных базовых факторов, соответствующих функциям (p_1 - p_5), характеризующих экологические аспекты и вычисляется по формуле:

$$Q = -\ln \left(\frac{\alpha_1 e^{-p_1} + \alpha_2 e^{-p_2} + \alpha_3 e^{-p_3} + \alpha_4 e^{-p_4} + \alpha_5 e^{-p_5}}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5} \right), \quad (1)$$

где:

- α_i – весовые коэффициенты, учитывающие значимость частных оценок экологического состояния региона. Весовые коэффициенты выбираются экспертно, в зависимости от оценки ими важности соответствующих факторов;
- p_1 - p_5 – значения нормирующих функций.

Качественная интегральная оценка экологического состояния территории (Q) с установлением ее экологического статуса определяется в соответствии с таблицей 2, которая была разработана автором с учетом данных качественной оценки состояния окружающей природной среды, выполненной специалистами ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория А. И. Воейкова» и др.

Выявление экологического статуса территории позволит в дальнейшем осуществлять прогнозирование аэрозольного загрязнения местности на основе разработанных автором принципов методологической концепции (антропогенный, природный, сегментный, компарентный и др.).

Таблица 2 – Интегральная оценка экологического состояния территории

Оценка экологического состояния территории (Q)	Баллы	Возможные изменения флоры и фауны	Экологический статус территорий
0,83-1	0	отсутствуют	экологическая норма
0,66-0,83	1	слабые	
0,5-0,66	2	угнетение роста	зона риска
0,33-0,5	3	угнетение роста и гибель	зона кризиса
0,17-0,33	4		зона экологического бедствия
0-0,17	5	гибель	

В главе 4 «Апробация экологического мониторинга территории селитебной зоны с использованием показателей аэрозолей» демонстрируется экологический мониторинг в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба (Среднеахтубинский район Волгоградской области), функционирующей в условиях техногенной нагрузки строительного комплекса (два керамзитовые производства) в период 2018-2020 гг, где отражена его поэтапная реализация с интегральной оценкой экологического состояния земельного участка ($Q_{Ср.Ах.}$), установлением экологического статуса селитебной зоны и прогнозированием возможных источников загрязнения окружающей среды.

Так, на I и II экологического мониторинга производился отбор аэрозольных частиц (смыв частиц с листьев абрикосовых деревьев (*Prunus armeniaca* L.) в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба за период: 2018 г., 2019 г., 2020 г., приготовление аэрозольных суспензий и измерение аэрозольных показателей.

В таблице 3 представлены диаграммы размаха значений аэрозольных показателей для каждой точки отбора проб из селитебной зоны за период: 2018 г., 2019 г., 2020 г.

При уровне значимости $\alpha=0,05$ гипотеза об однородности внутри выборок в 2018, 2019, 2020 гг, полученных с территории селитебной зоны рп Средняя Ахтуба была признана значимой по каждому исследуемому аэрозольному показателю, что позволило их использовать в интегральной оценке экологического состояния территории в виде средних значений базовых факторов (x_1-x_5) (таблица 4).

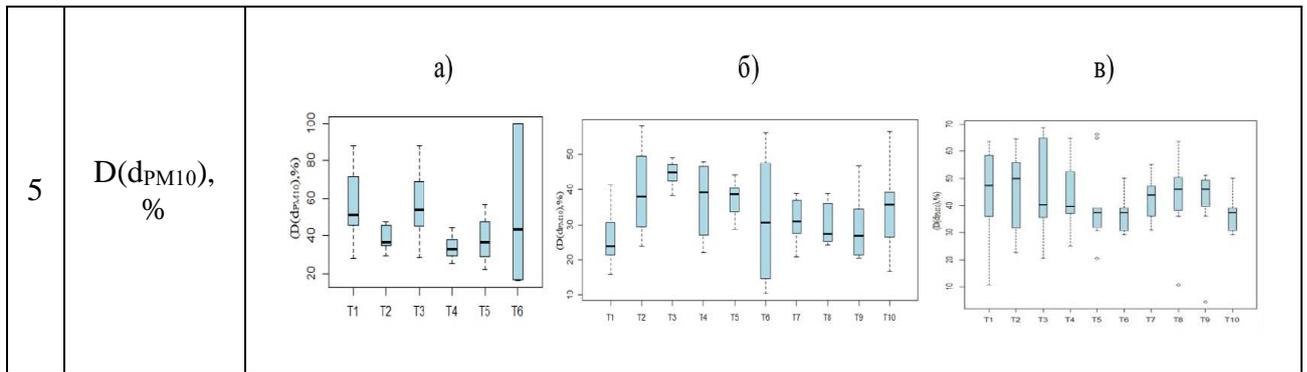


Таблица 4 – Средние значения базовых факторов (x_1 - x_5) в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба, 2018 - 2020 гг

Годы	x_1 , (рН)	x_2 , (ЕС, мкСм/см)	x_3 , (Lг, см)	x_4 , (N _{PM10}), доля	x_5 , (D(d _{PM10}), доля
2018	4,896667	57,945	3,83	0,9155	0,441
2019	5,280278	100,3643	4,34	0,8555	0,2854
2020	5,328875	106,3438	4,8	0,8966	0,3456

В таблице 5 приведены данные результатов вычислений интегральной оценки экологического состояния территории ($Q_{Ср.Ах.}$) селитебной зоны (III этап).

Таблица 5 – Результаты вычислений интегральной оценки экологического состояния территории ($Q_{Ср.Ах.}$)

Территории исследования	Годы	Интегральная оценка экологического состояния территории ($Q_{Ср.Ах.}$)	Баллы	Возможные изменения флоры и фауны	Экологический статус территории
Селитебная зона рп Средняя Ахтуба	2018	0,472	3	угнетение роста и гибель	зона кризиса
	2019	0,46	3		
	2020	0,439	3		

Таким образом на III этапе экологического мониторинга была выполнена интегральная оценка экологического состояния территории селитебной зоны рп Средняя Ахтуба, установлен ее экологический статус, который характеризовался как «зона кризиса» (таблица 2), что было обусловлено загрязнением окружающей среды.

На IV этапе экологического мониторинга осуществлялся поиск источников загрязнения на основании разработанных автором методологических базовых принципов.

Так, при реализации «антропогенного» принципа» был установлен химический состав аэрозольных частиц (PM₁₀), отобранных на листьях абрикосовых деревьев (*Prunus armeniaca*) в жилой зоне рп Средняя Ахтуба, который был практически идентичен выбросам химических соединений предприятий по производству керамзита, расположенных в северной части рп Средняя Ахтуба, где в аэрозолях были выявлены соединения тяжелых металлов, кислотные примеси, что свидетельствовало об антропогенной нагрузке предприятий стройиндустрии и о недостаточной защите окружающей среды со стороны функционирующих производств. При этом в аэрозолях также были обнаружены редкие, тяжелые и токсичные металлы, которые могли попасть в атмосферный воздух селитебных зон рп Средняя Ахтуба из дополнительных источников антропогенного загрязнения, транзитным воздушным путем, в том числе в виде золотого загрязнения территорий и др.

При реализации «природного» принципа исследовалась возможная природная нагрузка на территорию селитебной зоны рп Средняя Ахтуба, которая была проанализирована с использованием новейшей спутниковой программы (Landsat-8, USA) (Glinyanova I. et al., 2022). На основании полученных данных автором впервые в Волгоградской области была построена карта поверхностных температурных аномалий левобережной части региона, локализованных, в частности, в окрестностях рп Средняя Ахтуба, г. Волжского, пруда-испарителя «Большой Лиман» и др. (рисунок 2).

Поверхностные тепловые аномалии являются зеркальным отражением локальных внутренних геологических процессов, которые характерны для рифтовых зон (Leseane et al. 2015), разломов (Kulongoski et al. 2005), районов действующих (Zaksek and Hort, 2010) и «спящих вулканов» (Eskandari et al. 2015), зон сейсмоактивности (Tronin et al. 2002) с дегазацией в окружающую среду различных химических соединений (Jacome-Paz и др., 2020), в том числе, сероводорода, метана (Meng и др., 2021), диоксида углерода (Chiodini и др., 2013), благородных газов (Gilfillan и др., 2019), ртути (Perez-Martinez и др., 2021), H₂S, CO и др. (Стажевский, 2012).

Исходя из рисунка 2, в исследуемом районе наблюдается превосходство природных высокотемпературных аномалий над антропогенными (высокотемпературные газы промышленных производств) с расположением их в степной зоне, на сельскохозяйственных полях, в природном парке «Волго-Ахтубинская пойма», что свидетельствует в пользу активности региональных подземных, геологических структур в окрестностях рп Средняя Ахтуба, а именно: разломов (Синяков Н. П., 1960), (Горещкий Г.И., 1966), (Коротаев В. Н., Рычагов Г. И., Чернов А. В., 2010), (Стрельников С. И., 1983); соляных структур - соляной диапир «Паромнен-

ский», который проявляет газовые и геохимические аномалии (Ермаков В.А., 1998), что подтверждается также исследованиями аналогичных соляных структур за рубежом с дегазацией из них метана (Roemer et al. 2021) и других газов: C_xH_y , H_2S , N_2 , CO , CO_2 , H_2 (Burliga et al. 2008), а также других неизвестных ранее активных, геологических структур с дегазацией сероводорода (Глинянова И. Ю. и др., 2020).

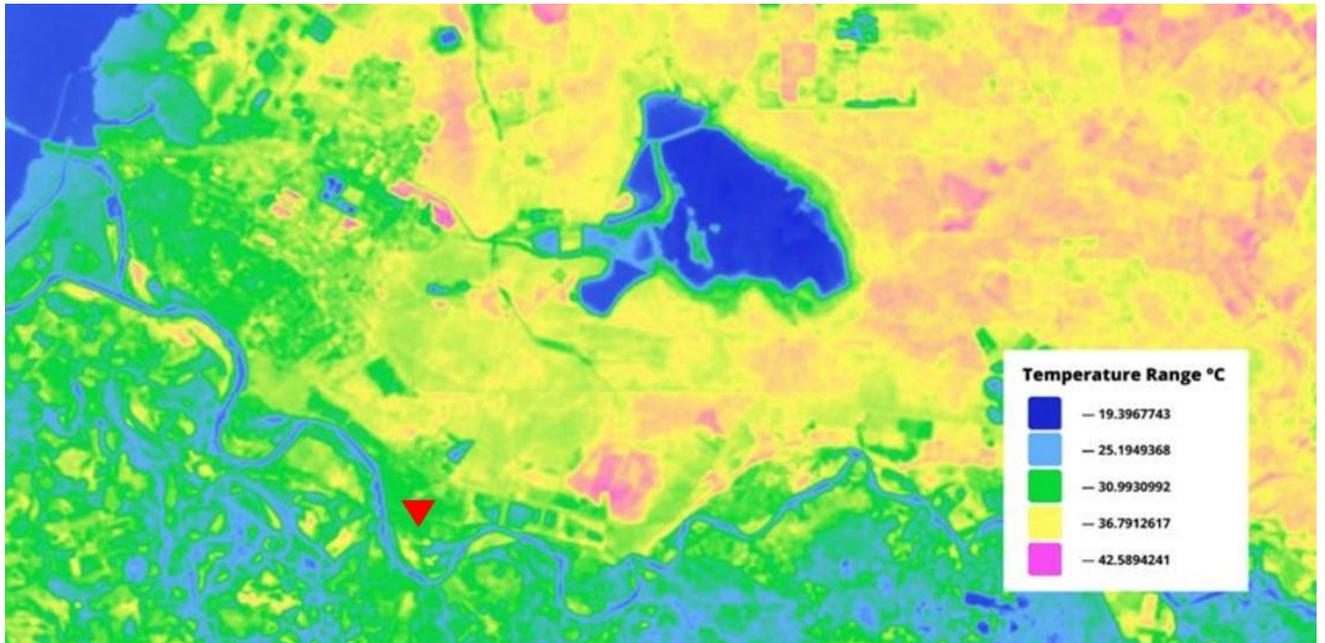


Рисунок 2 – Ситуационная карта поверхностных температурных аномалий в рп Средняя Ахтуба (отмечено красным треугольником) и ее окрестностях, (Landsat 8 (USA):LC8[172_26] (2021-08-29_007-54) LST_B10)): температура поверхности земли от +19.3967743 °C до +42.5894241°C (Glinyanova I. et al., 2022).

При реализации «геологического» принципа был произведен анализ официальных геологических данных исследуемого района: проб подземных вод, выполненных советскими геологами еще до постройки г. Волжского и его промышленного сектора, до формирования техногенного пруда-испарителя «Большой Лиман» и др., что позволило выявить аномальные, высокоминерализованные подземные воды, вытекающие из «Большого Лимана» с разгрузкой их в реках: Волга и Ахтуба, которые по своему химическому составу аналогичны минерализованным водам современных вулканических областей. Также обнаружены данные проб шлихового материала из реки Ахтуба, которые указали на присутствие минералов, преимущественно магматического происхождения: циркон – до 40%; гранат – 20-25 %; гематит – до 20 %; ильменит – 10 -20 %; ставролит – до 5 %; амфибол – до 4 %; турмалин – до 5 % и др. (Толмачев М. П. и др., 1961).

Собственные исследования автора (пробы почвы) из «горячей точки» на одной из территорий с высокой поверхностной температурной аномалией (Landsat-8, USA) демонстрировали химические элементы, которые совпадали с аналогичным химическим составом почв кальдер спящих вулканов. При этом в «горячей точке» были обнаружены аномальные значения валовой серы, которые составили более 2000 мг/кг, что в 20 раз превысило нормативные значения и могло свидетельствовать о залповых точечных выбросах серосодержащих веществ в окружающую среду на исследованных земельных участках в степной зоне. Также в «горячей точке» были установлены такие элементы как: Si, Al, Fe, Mg, Ca, Na, K, Ti, P, Mn, в том числе редкие элементы (Zr и др.), редкоземельные: Ce, La, Nd и др., токсичные: Ni, V, Sr, Cr, F и др., а также Ag и др., многие из которых были выявлены в аэрозолях жилой зоны рп Средняя Ахтуба в виде возможного эолового загрязнения территории или естественной дегазации из зон «горячих точек». Высокое содержание, например, Zr в почве «горячей точки» может явиться индикатором на древнюю вулканическую зону, что было ранее доказано учеными из Швейцарии и Германии (Weber G. и др., 2020).

Известно, что поствулканическая деятельность способствует формированию месторождений полезных ископаемых. В этой связи, протоколы испытаний единичных проб, например, по элементному составу растений, донных отложений, собранных на других территориях с поверхностными температурными аномалиями вблизи жилой зоны рп Средняя Ахтуба указали на превышение кларковых значений по ряду химических элементов (Au, Pt, Pd, U, Th и др.), что свидетельствует о возможных геохимических и биогеохимических аномалиях территорий, вероятно, связанных с проявлениями неизвестных ранее месторождений твердых полезных ископаемых в Волгоградской области, возможно полиметаллических руд и др. В пользу данных прогнозов указывает и напряженность электрического поля на территории жилой зоны рп Средняя Ахтуба и его окрестностях, превышающая в 10-15 раз медианные значения напряженности электрического поля по сравнению с аналогичными территориями местности в других странах мира (Josef W. M др. 2012), (Bhatt C. M др., 2016).

При реализации принципа «сетлементный» был произведен анализ официально опубликованных археологических данных прошлых лет с обнаружением артефактов в окрестностях рп Средняя Ахтуба, указывающих на деятельность древних людей в прошлом металлургией: находки «обломков тигеля» (курган «Средняя Ахтуба-IV» вблизи современного прудонакопителя «Большой Лиман» (Архив ГБУК ОНПЦ, б/н.), «глиняные литейные формы, сопла, каменные песты из погребения литейщика эпохи бронзы» в окрестностях рп Средняя Ахтуба (Скрипкин С. А., 2013) и др.

Принцип «медико-экологический» основывался на анализе статистических данных по уровню заболеваемости населения по ежегодным официально опубликованным государственными докладами «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения в Волгоградской области» (2018, 2019, 2020 гг), где был впервые установлен уровень заболеваемости подростков в Среднеахтубинском районе и др. по новообразованиям с превышением областного показателя в 1,5 раза; в г. Волжском (6 км от рп Средняя Ахтуба) отмечался уровень впервые установленной заболеваемости детей (0-14 лет) по врожденным аномалиям (порокам развития), деформациям, другим хромосомным нарушениям с превышением средне-областного показателя в 1,5 и более раз. Наиболее значительный прирост – на 76,1% установлен по показателю заболеваемости злокачественными новообразованиями с впервые установленным диагнозом за 5-летний период, наблюдаемый в 2018 году в Среднеахтубинском районе. Территориями «риска» по нозологиям, занимающим в структуре лидирующие места по заболеваемости злокачественными новообразованиями трахеи, бронхов и легкого, например, в 2018 году, превышающими средне-областной уровень в 1,2 и более раз являлся Среднеахтубинский район. Наиболее высокие уровни заболеваемости бронхитом хроническим и неуточненным, эмфиземой были зарегистрированы у детей (0-14 лет) в г. Волжском и др., а также астмой, хроническим бронхитом в г. Волжском, Среднеахтубинском районе и др.

При этом стоит отметить, что Среднеахтубинский район – это земли, в основном, особо охраняемой природной территории - Природный парк «Волго-Ахтубинская пойма, земельные участки сельскохозяйственного назначения, сельские поселения, садоводческие товарищества, коттеджные поселки и др.

Принцип «компаративный» позволил проанализировать полученные данные и спрогнозировать источники загрязнения в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба. Так, установленный автором экологический статус селитебной зоны рп Средняя Ахтуба как «зоны кризиса» на основании исследования аэрозольных частиц отражал их смешанный тип происхождения (антропогенные и природные источники). Антропогенная нагрузка на селитебную зону происходила преимущественно от предприятий по производству керамзита, размещенных в рп Средняя Ахтуба, в том числе, от возможных других дополнительных источников антропогенного загрязнения, расположенных в окрестностях селитебной зоны и подробно изложенных в главе 4.

При этом доминирующая нагрузка на селитебную зону рп Средняя Ахтуба, исходила, по прогнозам автора, из природных источников - активной дегазирующей геологической структуры, занимающей территорию основания пруда-накопителя «Большой Лиман» и его окрестности с выраженными поверхностными температурными аномалиями и представляющая собой, по многим признакам, погребенную древнюю вулканическую область (Glinyanova I. et al., 2022) на

докембрийской платформе, поскольку аналогичные структуры (подземные, древние вулканические зоны) в последнее время массово начали выявляться в осадочных бассейнах на территориях различных стран мира (Bischoff A. и др., 2019; 2020), (Niyazi Y. и др., 2021).

Глава 5 «Апробация экологического мониторинга территорий с использованием показателей аэрозолей в условно чистой зоне» посвящена экологическому мониторингу территории условно чистой зоны (садоводческое некоммерческое товарищество (СНТ) «Орошенец», «Шельф» (Советский район, г. Волгоград) в 2018-2020 гг., где в радиусе 20 км. отсутствует городское хозяйство и другая какая-либо антропогенная нагрузка.

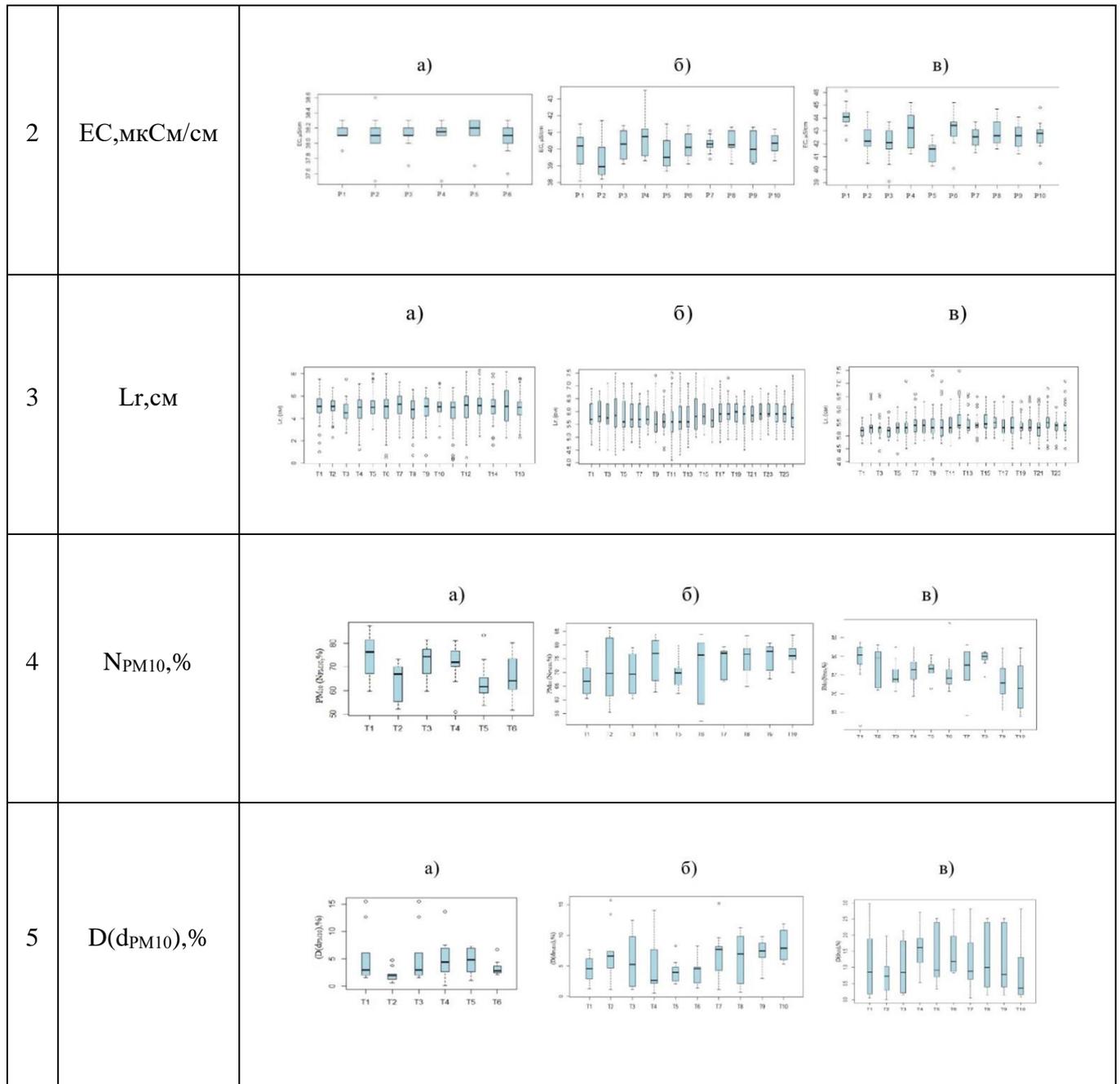
Так, на I и II этапах экологического мониторинга производился отбор аэрозольных частиц (смыв частиц с листьев абрикосовых деревьев (*Prunus armeniaca* L.)) из условно чистой зоны за период: 2018 г., 2019 г., 2020 г., приготовление аэрозольных суспензий и измерение аэрозольных показателей.

Результаты исследования аэрозольных показателей приведены в таблице 6, в которой представлены диаграммы размаха значений аэрозольных показателей для каждой точки отбора проб из условно чистой зоны за период: 2018 г., 2019 г., 2020 г.

При уровне значимости $\alpha = 0,05$ гипотеза об однородности внутри выборок, полученных с территории условно чистой зоны за период: 2018, 2019, 2020 гг., была признана значимой по каждому исследуемому аэрозольному показателю, что позволило их использовать в интегральной оценке экологического состояния условно чистой зоны в виде средних значений базовых факторов (x_1-x_5).

Таблица 6 – Диаграммы размаха значений аэрозольных показателей для каждой точки отбора проб из условно чистой зоны ((СНТ) «Орошенец», «Шельф» (Советский район, Волгоград)) за период: 2018-2020 гг.

№	Аэрозольные показатели	Годы исследования: 2018 (а); 2019 (б); 2020 (в)
1	рН	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>а)</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>б)</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>в)</p> </div> </div>



Средние значения базовых факторов (x_1 - x_5), полученные из условно чистой зоны 2018 - 2020 гг. отражены в таблице 7.

Таблица 7 – Средние значения базовых факторов (x_1 - x_5) в условно чистой зоне 2018 - 2020 гг.

Годы	x_1 , (рН)	x_2 , (EC, мкСм/см)	x_3 , (Lr, см)	x_4 , (N _{PM10}), доля	x_5 , (D(d _{PM10}), доля)
2018	6,371	38,105	4,52	0,6614	0,0476
2019	6,48	40,138	5,79	0,6980	0,0855
2020	6,394	42,676	5,343	0,692231	0,0321

В таблице 8 приведены результаты интегральной оценки экологического состояния территории ($Q_{с нт}$) в СНТ «Орошенец», «Шельф» (Советский район, Волгоград) (III этап).

Таблица 8 – Результаты вычислений интегральной оценки экологического состояния территории условно-чистой зоны ($Q_{снт}$)

Территории исследования	Годы	Интегральная оценка экологического состояния территории ($Q_{снт}$)	Баллы	Возможные изменения флоры и фауны	Экологический статус территории
Условно чистая зона (СНТ «Орошенец», «Шельф»)	2018	0,725	1	слабые	экологическая норма
	2019	0,699	1		
	2020	0,702	1		

Таким образом, на III этапе экологического мониторинга была выполнена интегральная оценка экологического состояния территории условно чистой зоны в СНТ «Орошенец», «Шельф» (Советский район, Волгоград), где исследуемому участку был присвоен 1 балл, что означает экологический статус территории как «экологическая норма», но со «слабыми» изменениями флоры и фауны, что свидетельствовало о небольших проявлениях загрязнения атмосферного воздуха условно чистой зоны.

На IV этапе экологического мониторинга были спрогнозированы вероятные источники загрязнения территории условно чистой зоны. Так, при реализации «антропогенного принципа» было выявлено, что в радиусе 20 км от СНТ «Орошенец», «Шельф» отсутствует какая-либо антропогенная нагрузка, при этом многие сельскохозяйственные поля вблизи СНТ не возделываются.

«Природный принцип» указал на точечные поверхностные среднетемпературные аномалии, которые были выявлены в результате анализа данных спутниковых программ (Landsat-8, USA), в результате чего были построены карты теплового загрязнения на исследуемой территории (рисунок 3). Тепловые аномалии регистрировались в его северо-восточной и северо-западной части, что могло свидетельствовать об активности близлежащих геологических структур.

Реализация «геологического принципа» указала на то, что исследуемый земельный участок в геологическом плане характеризуется недостаточной изученностью. При этом автором в окрестностях СНТ «Орошенец», «Шельф», в прилегающих по их периметру балках, были обнаружены: многочисленные обломки кварца, кремневые породы, вулканическое стекло, зеленый и фиолетовый флюорит, розовый кварц и другие минералы.

Протоколы испытаний единичных проб, например, по элементному составу корней растений, собранных на территории в зонах поверхностных температурных аномалий свидетельствовали о значительном превышении по олову, скандию, титану, хром, железу и другим хи-

мическим элементам в сравнении с кларковыми значениями (Markert В., 1991 и др.). Пробы донных отложений в СНТ показали аномальные превышения по палладию по сравнению с кларковыми значениями (Беус А.А. и др., 1976), при этом в них также был обнаружен редкий элемент – платина выше кларковых значений (Greenwood N. N., Earnshaw A., 1989) и др. Данные факты требуют масштабной геологоразведки данной территории, поскольку могут указывать на проявления в окрестностях СНТ возможного скрытого коренного месторождения твердых полезных ископаемых неизвестного ранее в регионе.

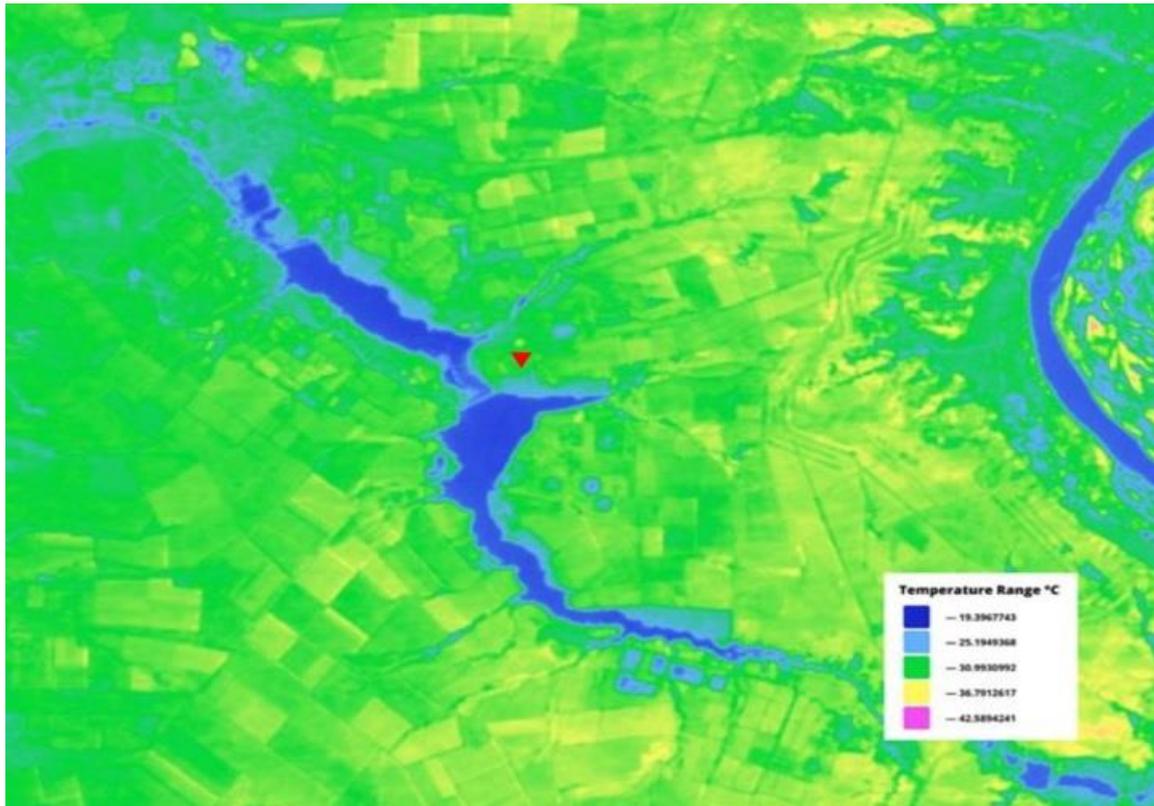


Рисунок 3 – Ситуационная карта тепловых аномалий вокруг СНТ «Шельф», «Орошенец» (СНТ отмечено красным треугольником), Волгоград, ((условно-чистая зона), (Landsat 8:LC8[172_26] (2021-08-29_007-54) LST_B10)): температура поверхности земли от +19.3967743 °C до +42.5894241°C (Glinyanova I. et al., 2022)

«Сетлементный» принцип позволил обнаружить в грунтовом слое в окрестностях СНТ «Орошенец» многочисленные древние шлаки, антрациты, обломки огнеупорного кирпича, железную крицу и другие предметы жизнедеятельности людей, которые занимались на данной территории, вероятно, в прошлом, древней металлургией.

«Медико-экологический» принцип: открытых данных по исследуемой территории нет.

На основании реализации «компаратного» принципа в окрестностях СНТ прогнозируется факт природного загрязнения территории СНТ «Орошенец», «Шельф» из активных геоло-

гических структур, которые находятся вблизи СНТ и отражены на карте в виде точечных тепловых аномалий, согласно данных спутниковой программы (Landsat-8, USA) (см. рисунок 3).

Глава 6 «Сравнительная характеристика селитебной и условно чистой зон с использованием показателей аэрозолей» посвящена сравнению двух территорий (селитебной зоны рп Средняя Ахтуба и условно чистой зоны (СНТ «Орошенец», «Шельф») по 5-ти исследованным аэрозольным показателям для того, чтобы определить какой из этих показателей может быть использован как индикатор на природное загрязнение территории условно-чистой зоны, поскольку ранее ей был присвоен 1 балл, указывающий на «слабые» проявления угнетения флоры и фауны.

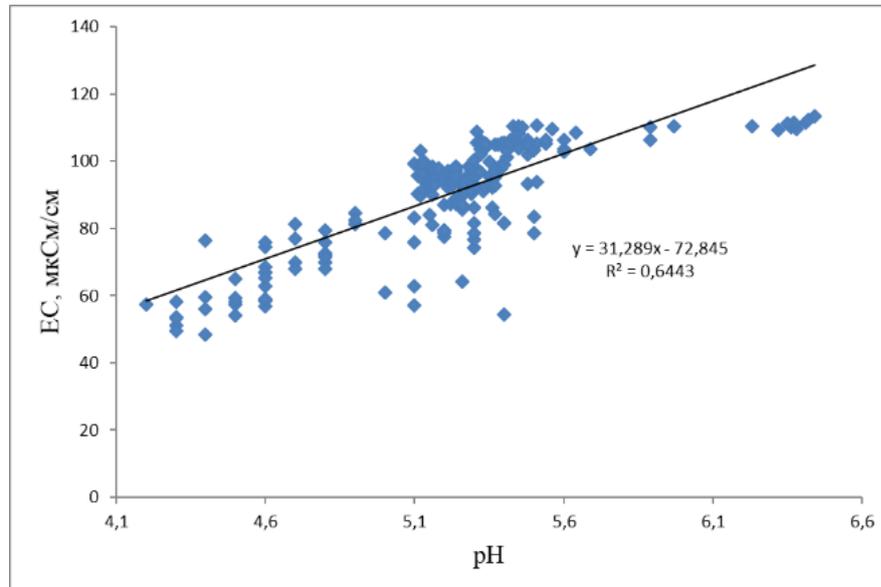
Сравнение значений аэрозольных показателей (рН и ЕС, мкСм/см) из селитебной зоны и условно чистой зоны позволили выявить статистически значимые различия по исследуемым показателям в селитебной зоне по сравнению с условно чистой зоной, что свидетельствовало о действии не случайного, а системного фактора в течение трех лет. При этом была выявлена закономерность, когда с ростом удельной электропроводности (ЕС, мкСм/См): 57,94 (2018 г.), 100,36 (2019 г.); 106,34 (2020 г.) наблюдались одновременно низкие значения показателя кислотности среда (рН) аэрозольных суспензий: 4,89 (2018 г.); 5,28 (2019 г.); 5,33 (2020 г.), устойчиво диагностируемые в течение 2018-2020 гг. в селитебной зоне.

Корреляционно-регрессионный анализ показал максимальную тесноту связи между удельной электропроводностью и кислотностью на территории селитебной зоны ($\text{slope}=31,289$; $r = 0,802$; $P\text{-value}=0,0216$) (рисунок 4а) и отсутствие подобных связей в условно чистой зоне ($r = 0,0244$; $P\text{-value}=0,668$) (рисунок 4б).

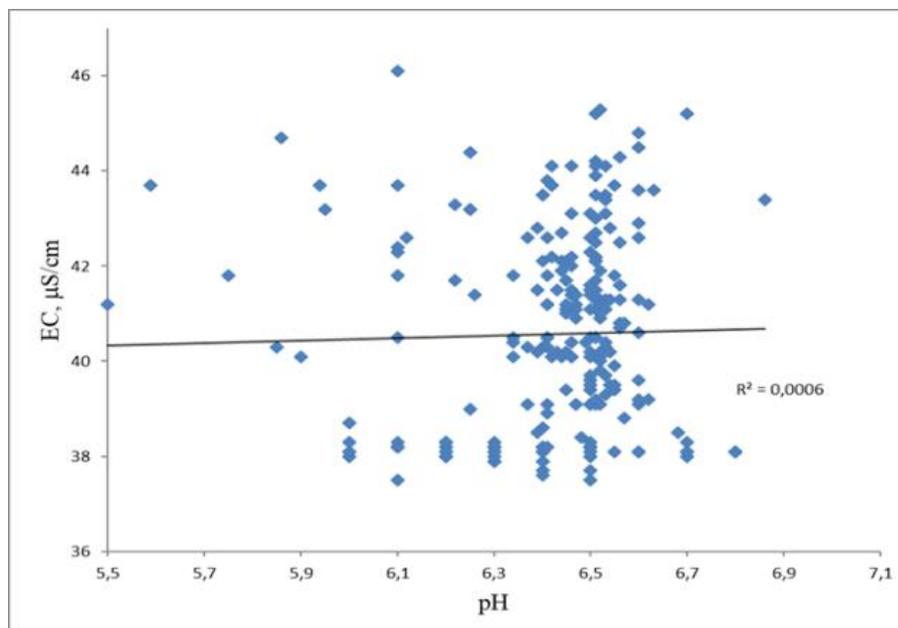
Исследуемые показатели подтвердили в селитебной зоне устойчивое аэрозольное загрязнение и небольшое загрязнение в условно чистой зоне, выявленное по показателю ЕС, мкСм/см, поскольку значения данного показателя были больше 0 мкСм/см, что указывало на загрязнение окружающей среды условно-чистой зоны минерализованными примесями и возможным объяснением присвоения ей 1 балла, а не 0 баллов.

Сравнительные характеристики значений аэрозольного показателя развития тест-объектов (Lg, см) селитебной зоны и условно-чистой зоны (рисунок 5) позволили выявить между ними статистически значимые различия в течение 2018, 2019, 2020 гг., что свидетельствовало о наличии небольшого количества токсикантов в атмосферном воздухе селитебной зоны рп Средняя Ахтуба в 2018 году - в 1,2 раза; в 2019 году – в 1,3 раза; в 2020 году – в 1,1 раза по сравнению с условно чистой зоной.

Выявленные значения по исследуемому показателю не свидетельствовали о токсичности атмосферного воздуха в условно-чистой зоне в период 2018-2020 гг. Показатель развития тест-объектов (Lr, см) не позволил обнаружить в условно чистой зоне какое-либо загрязнение токсикантами в связи с присвоением ей 1 балла в результате интегральной оценке экологического состояния территории (глава 5).



а



б

Рисунок 4 – Диаграммы рассеивания значений показателей удельной электропроводности от кислотности аэрозольных суспензий в селитебной (а) и условно-чистой (б) зонах, 2018,2019, 2020 гг.

Исследование значений показателей количества аэрозольных частиц (N_{PM10} , %) и их массовой доли ($D(d_{PM10})$, %) между селитебной зоной и условно чистой зоной показало небольшое превышение по количеству мелкодисперсных частиц (PM_{10}) в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба по сравнению с условно чистой зоной: в 1,38 раза (2018 год); 1,22 раза (2019 год); 1,3 раза (2020 год) (рисунок 6а). Высокая разница была обнаружена по массовой доле частиц: ($D(d_{PM10})$, %): (в 9,8 раза (2018 год); в 3,3 раза (2019 год); в 10,8 раза (2020 год) (рисунок 6б), что свидетельствовало о наличии металлических примесей в воздухе селитебной зоны рп Средняя Ахтуба в течение трех лет и о залповых выбросах в условно-чистой зоне в 2019 году.

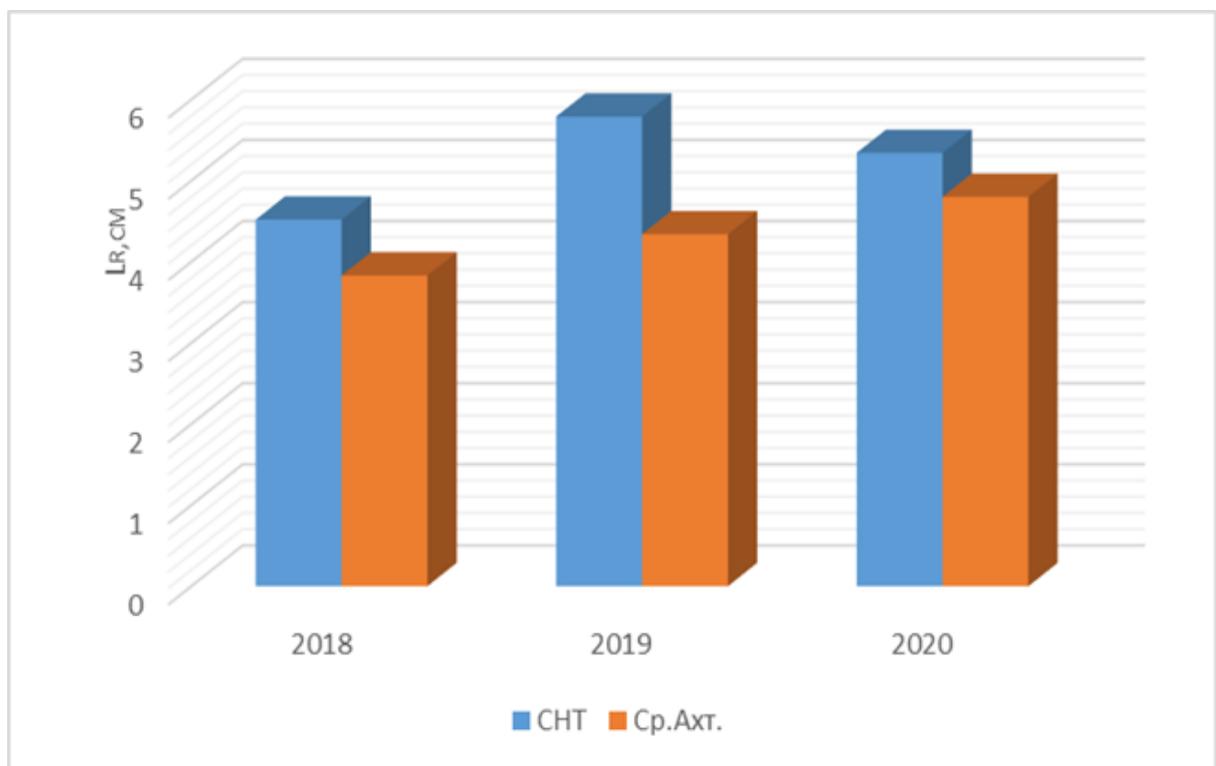
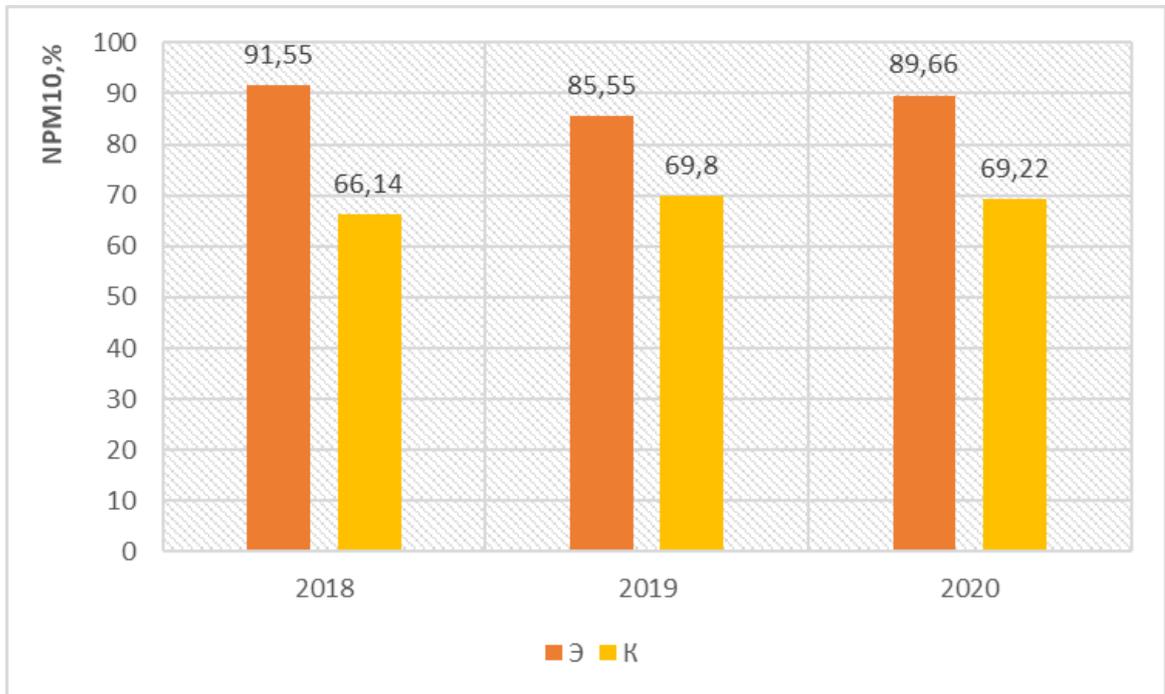


Рисунок 5 – Сравнительная характеристика средних значений показателя развития тест-объектов (L_r , см) в условно чистой и селитебной зонах, 2018-2020 гг.

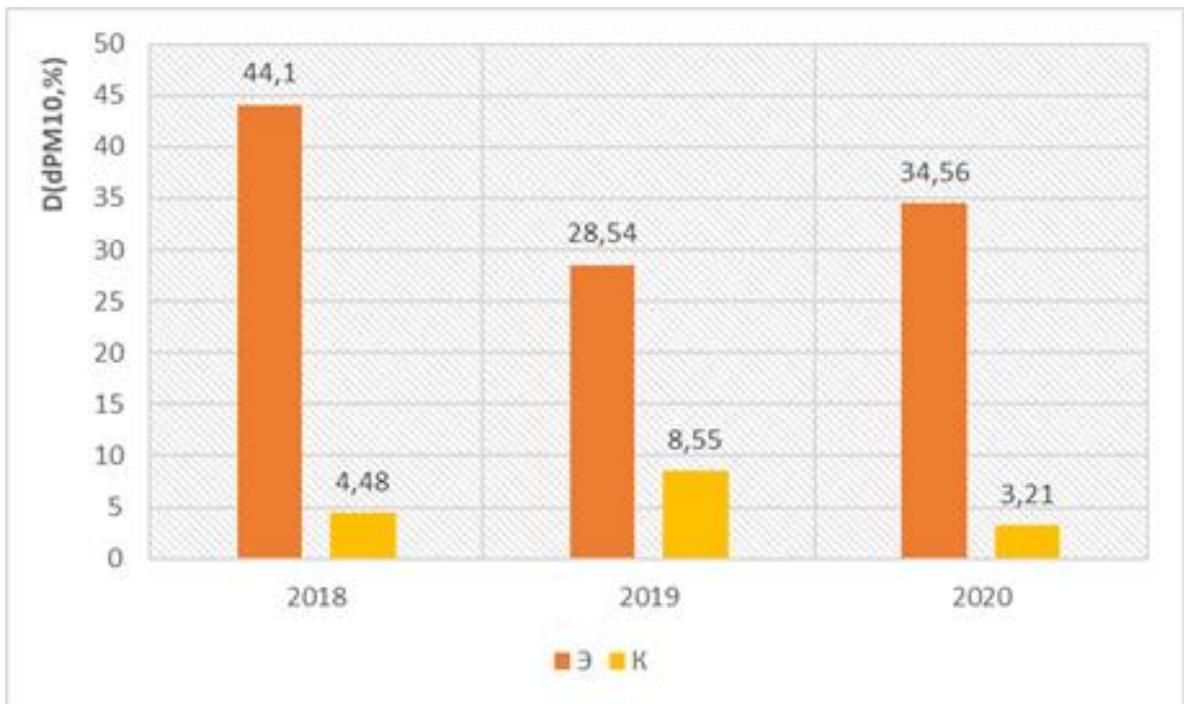
Выявленные высокие значения показателя количества опасных аэрозольных частиц (PM_{10}) в течение 2018-2020 гг. на обеих территориях подвергли сомнению статус условно чистой зоны СНТ «Орошенец», «Шельф», поскольку в радиусе 20 км от СНТ отсутствует какая-либо антропогенная нагрузка.

В этой связи автор полагает, что наблюдаемый в течение трех лет устойчивый высокий процент количества мелкодисперсных частиц в условно чистой зоне, мог быть связан именно с

природными источниками загрязнения окружающей среды, сформировав «1 балл» при интегральной оценке экологического состояния территории условно чистой зоны.



а



б

Рисунок 6 – Сравнительная характеристика средних значений показателей количества (N_{PM10} , %) (а) и массовой доли ($D(d_{PM10})$, %) аэрозольных частиц (б) в селитебной зоне в рп Средняя Ахтуба Среднеахтубинского района Волгоградской области (Э) по сравнению с СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона (К))

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационная работа была посвящена разработке научных основ экологического мониторинга территорий селитебных зон с использованием показателей аэрозолей и прогнозированием источников загрязнения окружающей среды.

По результатам диссертационного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Установлены наиболее эффективные показатели аэрозольных частиц, которые были апробированы на четырех тестовых полигонах в Волгоградской и Саратовской областях.

2. Разработаны научные основы экологического мониторинга территорий селитебных зон на основе эффективных показателей аэрозолей в виде нового подхода к оценке экологического состояния территорий, основанному на суммарной оценке значений аэрозольных показателей в виде свертки нормированных параметров функциональными средними, что дает возможность осуществлять оперативную оценку экологического статуса территорий селитебных зон, на которых отсутствуют государственные экологические посты и устанавливать источники загрязнения (антропогенные и природные), используя алгоритм поиска источников загрязнения территорий на основе новой методологической концепции с ее базовыми принципами (антропогенный; природный; сетлементный, компарентный и др.), что способствует обеспечению экологической безопасности территорий селитебных зон населенных пунктов, их устойчивому развитию, повышению качества и уровня жизни граждан.

3. Апробирован экологический мониторинг с использованием показателей аэрозолей на территории селитебной зоны в условиях техногенной нагрузки предприятий строительного комплекса (керамзитовые производства и др.) и в условно чистой зоне, в том числе, в их сравнительной характеристике, в результате чего:

- установлен экологический статус территории селитебной зоны рп Средняя Ахтуба за 2018-2020 гг. как зоны «экологического кризиса» с прогнозированием смешанного типа загрязнения атмосферного воздуха в виду антропогенной нагрузки от предприятий строительной индустрии (керамзитовые производства и др.) и природного загрязнения от активной геологической структуры вблизи селитебной зоны рп Средняя Ахтуба в виде прогнозируемой скрытой, подземной древней вулканической зоны на докембрийской платформе;

- установлен экологический статус территории условно чистой зоны (СНТ «Орошенец», «Шельф» как зоны «экологической нормы», но со слабыми проявлениями угнетения флоры и фауны и выявленными среднетемпературными тепловыми аномалиями земельных участков в СНТ и его окрестностей, что может указывать на природное загрязнение территории, обусловленное проявлением месторождения твердых полезных ископаемых в виде платиновых руд;

- произведено сравнение значений исследуемых аэрозольных показателей на территории СНТ и селитебной зоны рп Средняя Ахтуба, что позволило обнаружить:

а) небольшие превышения по количеству частиц (N_{PM10} , %) в селитебной зоне по сравнению с условно чистой зоной, а именно: в 1,38 раза (2018 год); в 1,22 раза (2019 год); в 1.3 раза (2020 год) и высокую их разницу по массовой доле ($D(d_{PM10})$, %): (в 9,8 раза (2018 год)); (в 3.3 раза (2019 год)); в 10,8 раза (2020 год), что свидетельствует о возможных металлических примесях в воздухе селитебной зоны рп Средняя Ахтуба;

б) устойчиво высокие значения показателя количества опасных аэрозольных частиц (<10 мкм) в течение 2018-2020 гг. на обеих изучаемых территориях, что указывает о природной нагрузке на территорию СНТ (в радиусе 20 км отсутствует какая-либо антропогенная нагрузка) в виде эксгаляции частиц из предполагаемого скрытого месторождения платиновых руд, расположенного в основании СНТ и его окрестностях в связи с чем именно показатель количества частиц (N_{PM10} , %) явился индикатором на естественную нагрузку СНТ и помог установить причину сформированного «1 балла» в условно чистой зоне, что, вероятно, и было обусловлено загрязнением территории СНТ мелкодисперсной пылью (PM_{10}) из природного источника;

в) вбросы аэрозольных частиц с наличием металлических примесей в условно-чистой зоне в 2019 году, что позволило показатель массовой доли частиц отнести к показателю-индикатору на аэрозольное загрязнение территории из возможных природных источников и др.

4. Внедрен экологический мониторинг территорий с использованием показателей аэрозолей в деятельность работы территориальных органов государственной власти, а именно: в работу Межрегионального управления Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Астраханской и Волгоградской областям, в МБУ «Служба охраны окружающей среды» городского округа – город Волжский (МБУ «СООС») и др.

Автором намечены перспективные, новые научные направления, которые являются продолжением выполненной диссертационной работы, а именно:

- выявление активных геологических структур в населенных пунктах Волгоградской области и других регионах РФ;

- изучение химического состава частиц, дегазирующих из геоактивных структур в населенных пунктах Волгоградской области и других регионах РФ с установлением рисков для окружающей среды и здоровья населения;

- исследование качества строительных материалов в возведенных зданиях и сооружениях, расположенных в зоне влияния активных геологических структур на территории населенных пунктов Волгоградской области и других регионах РФ;

- исследование минерального состава мелкодисперсных частиц (PM₁₀), дегазация которых происходит из активных геологических структур с целью установления новых химических соединений неизвестных человечеству с прогнозированием их влияния на живые организмы;
- осуществление планомерного, долгосрочного мониторинга за дегазацией частиц из активных геологических структур и прогнозированием их влияния на селитебные зоны населенных пунктов Волгоградской области;
- исследование уровня здоровья населения, проживающих вблизи активных геологических структур на территории Волгоградской области;
- разработка экологических мероприятий по защите населения от природных загрязнений в селитебных зонах населенных пунктов Волгоградской области;
- исследование сельскохозяйственной продукции, выращенной на земельных участках, расположенных в зоне влияния активных геологических структур;
- поиск и геологоразведка активных геологических структур с дегазацией природного водорода, гелия с целью развития водородной и гелиевой энергетики в Волгоградской области, других регионах РФ;
- поиск и геологоразведка активных геологических структур для установления скрытых месторождений твердых полезных ископаемых, углеводородов на территории Волгоградской области и других регионах РФ.

**Основные положения диссертации опубликованы
в следующих периодических изданиях ВАК**

1. Глинянова И.Ю., Азаров В.Н. Экологическая безопасность жилых и общественно-деловых зон с позиции мониторинга PM_{2.5}, PM₁₀ на листьях абрикосовых деревьев (*Prunus armeniaca*) // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. № 4. С. 533-552. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.4.533-552.
2. Глинянова И.Ю., Ерофеев В.Т., Афонин В.В. Интегральная экспресс-оценка экологического состояния территорий с использованием аэрозолей // Вестник МГСУ. 2022. Т. 17. Вып. 7. С. 897-913. DOI: 10.22227/1997-0935.2022.7.897-913.
3. Глинянова И.Ю., Асанова Н.В. Исследование количества мелкодисперсной пыли и ее химического состава в жилых зонах населенных пунктов с позиции экологической безопасности предприятий стройиндустрии // Строительство и техногенная безопасность. 2021. № 23(75). С. 89-100.
4. Глинянова И.Ю., Азаров, В. Н., Фомичев В.Т. Фитомониторинг как метод оценки загрязнения атмосферного воздуха городской среды мелкодисперсной пылью//Биосферная совместимость: человека, регион, технологии.2019. №1 (25). С. 42-53. DOI: 10.21869/23-11-1518-2019-25-1-42-53.

5. Глинянова И.Ю., Фомичев В.Т. Скрытые источники природного загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсной пылью как проблема экологической безопасности в населенных пунктах: методологический аспект // Биосферная совместимость: человека, регион, технологии. 2020. №2 (30). С. 3-60. DOI: 10.21869/2311-1518-2020-30-2-3-59.
6. Глинянова И.Ю., Фомичев В.Т. Мониторинг радиоактивных химических элементов (Th,U) в объектах окружающей среды как предмет инженерно-экологических изысканий на стадии предпроектных работ // Биосферная совместимость: человека, регион, технологии. 2020. №3 (31). С. 54-67. DOI: 10.21869/2311-1518-2020-31-3-54-67.
7. Глинянова И.Ю., Фомичев В.Т. Сольфатарные поля как возможные источники загрязнения сероводородом урбанистических территорий // Биосферная совместимость: человека, регион, технологии. 2020. №1(29). С. 56-69. DOI: 10.21869/2311-1518-2020-29-1-57-68.
8. Глинянова И.Ю. Оценка загрязнения окружающей среды примесями кислых или щелочных веществ с одновременной оценкой их удельной электрической проводимости // Инженерный Вестник Дона. 2019. №6 (57). С.58.
9. Глинянова И.Ю. Экологический мониторинг рекреационных зон населенных пунктов (на примере поселка городского типа - Светлый Яр Светлоярского района Волгоградской области) // Инженерный Вестник Дона. 2020. №12 (72). С. 479-487.
10. Глинянова И.Ю. Оценка удельного загрязнения населенных пунктов с позиции экологического мониторинга аэрозольных частиц // Инженерный Вестник Дона. 2021. №2 (74). С. 222-232.
11. Глинянова И.Ю. Обеспечение экологической безопасности жилых зон населенных пунктов на основе мониторинга аэрозольных частиц // Инженерный Вестник Дона. 2021. №7 (79). С. 366-376.
12. Глинянова И.Ю. Экологическая безопасность жилых зон населенных пунктов на основе мониторинга показателя кислотности аэрозолей // Инженерный Вестник Дона. 2021. №9 (81). С.292-299.
13. Глинянова И.Ю. Мониторинг кислых примесей в атмосфере урбанизированных территорий и прогнозирование экологических рисков для населения // Инженерный Вестник Дона. 2021. №11 (83). С. 420-428.
14. Глинянова И.Ю. Мониторинг аэрозолей в атмосферном воздухе населенных пунктов // Инженерный Вестник Дона. 2022. №2 (86). С. 371-380.
15. Глинянова И.Ю. Обеспечение экологической безопасности жилых зон населенных пунктов на основе мониторинга кислых примесей в атмосфере // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2021. 48(3). С. 93-98. DOI:10.21822/2073-6185-2021-48-3-93-98.

16. Глинянова, И.Ю. Экологическая безопасность городской агломерации с позиции фитомониторинга // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 2(75). С. 171-181.
17. Глинянова И.Ю., Фомичев В.Т., Асанова Н.В. Оценка токсичности атмосферного воздуха в обеспечении экологической безопасности населенных пунктов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 1(82). С. 184-199.
18. Глинянова И.Ю., Фомичев В.Т., Асанова Н.В. Исследование токсичности атмосферного воздуха в пос. Киляковка Среднеахтубинского района Волгоградской области // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 1(82). С. 200-213.
19. Глинянова И.Ю. Экспресс-оценка экологического состояния жилых зон населенных пунктов с использованием комплекса аэрозольных показателей // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2022. Вып. 3(88). С. 234-240.
20. Глинянова И.Ю., Фомичев В.Т. К вопросу о совершенствовании системы регионального экологического мониторинга в селитебных зонах // Социология города. 2020. №1. С. 65-74.
21. Глинянова И.Ю., Фомичев В.Т. Об экологической безопасности населенных пунктов со стороны скрытых источников природного загрязнения // Социология города. 2020. №2. С. 43-57.
22. Глинянова И. Ю., Фомичев В. Т., Землянский Д. А. Оценка экологического состояния территории перспективного жилищного строительства в стадии предпроектных работ (на примере земельного отвода под жилищное строительство, Кировский район, г. Волгоград) // Социология города. 2020. № 4. С. 69—79.
23. Глинянова И.Ю. Мониторинг экологической безопасности городской среды обитания (на примере р. п. Средняя Ахтуба) // Социология города. 2022. № 1-2. С. 59-67. DOI: https://doi.org/10.35211/19943520_2022_1-2_59.

**Публикации в зарубежных изданиях,
индексируемых базой цитирования Web of Science, Scopus**

24. Glinyanova I., Fomichev V., Asanova N. Are aerosols on the leaves of apricot trees (*Prunus armeniaca*) signaling the activity of a hidden paleo-supervolcano in a steppe? // Environmental Science and Pollution Research. 2021. 28(40). pp. 57424–57439. DOI:10.1007/c11356-021-16135-3.
25. Glinyanova I., Asanova N. Research of urban atmospheric aerosols of the Lower Volga under conditions of anthropogenic load and active zones of Earth. Environment Science and Pollution Research. 2022. 29(47). pp. 71380-71399. DOI:10.1007/c11356-022-20865-3.

26. Glinyaynova I. Small-dispersed dust chemical composition on the leaves of apricot trees (*Prunus armeniaca*) in residential area// E3S Web of Conferences. International Scientific Conference "Construction and Architecture: Theory and Practice for the Innovation Development", CATPID 2019. T.138. 2019. DOI: 10.1051/e3sconf/201913801021.
27. Gorodnichaya A., Pogorelova V., Glinyaynova I. Eco-phytomonitoring in ensuring radiological safety of urban buildings// E3S Web of Conferences. International Scientific Conference "Construction and Architecture: Theory and Practice for the Innovation Development", CATPID 2019. T.138. 2019. DOI: 10.1051/e3sconf/201913801022.
28. Glinyaynova I., Azarov V. Monitoring the dispersed composition of dust particles on the leaf blades of common lilac (*Syringa vulgaris*), small-leaved elm (*Ulmus parvifolia*), common apricot (*Prunus armenica*) in urban agglomeration// IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Vol. 698: The International Scientific Conference "Construction and Architecture: Theory and Practice for the innovation Development" (CATPID-2019) 01-05 October 2019, Kislovodsk. DOI: 10.1088/1757-899X/698/7/077070.
29. Golubev A., Sadovnikova N., Parygin D., Glinyaynova I., Finogeev A., Shcherbakov M. Woody Plants Area Estimation Using Ordinary Satellite Images and Deep Learning: Third International Conference (DTGS 2018), (St. Petersburg, Russia, May 30 – June 2, 2018): Conference proceedings. Part I / ed. by D. A. Alexandrov [et al.]. – [Switzerland] : Springer, 2018. – pp. 302-313. – DOI: 10.1007/978-3-030-02843-5_24.

Монография

30. Глинянова И.Ю. Биомониторинг пылевидных частиц и оценка загрязнения окружающей среды. / И.Ю. Глинянова. - Волгоград: ВолгГТУ. 2021. -140с

Изобретения и свидетельства

31. Свид. 2022664588 Российская Федерация. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Интегральная экспресс-оценка экологического состояния территорий: «Aerosols's analysis & Environment» / И.Ю. Глинянова, В.Т. Ерофеев, В.В. Афонин, Н.В. Асанова; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВО ВолГТУ (RU). - №2022664303; заявл.02.08.22; опубл. 02.08.2022, Реестр программ для ЭВМ. – 1 с.
32. Пат. 2712945 Российская Федерация, МПК 51 A01G 23/00, G01N 33/46. Способ оценки загрязнения окружающей среды /Глинянова И.Ю. и др.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Волгоградский государственный технический университет" (ВолгГТУ). - № 2019117074; заявл. 03.06.2019; опубл.03.02.2020, Бюл. №4. - 10 с.

33. Пат. 2735034 Российская Федерация, МПК 51 G01N 33/00. Способ оценки экологического состояния территории /Глинянова И.Ю. и др.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Волгоградский государственный технический университет" (ВолГТУ). - № 2020114508; заявл. 23.04.2020; опубл.27.10.2020, Бюл. №30. - 12 с.

34. Пат. 2746764 Российская Федерация, МПК G01N 33/00; G01N 35/00. Способ определения токсичности воздуха по реакции прорастания семян высших растений / Глинянова И.Ю., Фомичев В.Т.; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Волгоградский государственный технический университет" (ВолГТУ). - № 2020128698; заявл. 02.09.2020. опубл.20.04.2021 г. Бюл. № 11. - 12 с.

Публикации в других научных журналах и изданиях:

35. Городничая А. Н., Глинянова И.Ю., Азаров В. Н., Мельченко, А. И., Фомичев, В. Т. О возможности фитомониторинга радиоактивных веществ (^{90}Sr) на стадии предпроектной подготовки строительства // Экология урбанизированных территорий. 2018. № 4. С. 46-50.

36. Глинянова И.Ю., Азаров В. Н., Городничая А. Н., Мельченко А. И., Фомичев, В. Т. Совершенствование системы экологической безопасности городской среды: практический опыт использования фитомодулярного показателя // Экология урбанизированных территорий. 2019. № 1. С. 6-10.

37. Глинянова И. Ю., Азаров В. Н., Городничая А. Н., Мельченко А. И., Фомичев В. Т. Фитомониторинг и промышленный эко-фитодизайн: новый подход в обеспечении экологической безопасности городской среды // Социология города. 2018. №3. С. 83-93.

38. Глинянова И.Ю., Ботнарь М.М. Экологическая оценка состояния окружающей среды г. Волгограда с позиции исследований флуктуирующей асимметрии листовых пластинок березы повислой и сирени обыкновенной // Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». 2013. № 11 (133) 2013. С. 29-32.