

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи



Глинянова Ирина Юрьевна

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

Специальность 2.1.10 – Экологическая безопасность строительства  
и городского хозяйства

Диссертация  
на соискание ученой степени  
доктора технических наук

Научный консультант:  
профессор, доктор технических наук  
Фомичев Валерий Тарасович

Волгоград – 2023

## Оглавление

<b>Введение .....</b>	<b>8</b>
<b>Глава 1. Экологический мониторинг как структурообразующий элемент системы обеспечения экологической безопасности селитебных зон населенных пунктов .....</b>	<b>23</b>
1.1. Единая система государственного экологического мониторинга Волгоградской области: общая характеристика, основные направления работы .....	23
1.2. Экологический мониторинг населенных пунктов на основе исследования аэрозольных показателей .....	28
1.3. Источники происхождения аэрозольных частиц в атмосферном воздухе населенных пунктов Российской Федерации и за рубежом: обзор научной литературы .....	36
1.4. Выбор направления научного исследования.....	43
<b>Выводы по главе 1 .....</b>	<b>51</b>
<b>Глава 2. Тестовые полигоны экологического мониторинга территорий с использованием показателей аэрозолей (на примере Волгоградской и Саратовской областей).....</b>	<b>52</b>
2.1. Тестовый полигон № 1 оценки загрязнения окружающей среды в селитебной зоне по аэрозольным показателям кислотности и удельной электропроводности.....	52
2.2. Тестовый полигон № 2 оценки экологического состояния условно чистой зоны с использованием показателя общей минерализации аэрозольных частиц .....	65
2.3. Тестовый полигон № 3 оценки токсичности атмосферного воздуха в селитебной зоне по показателю развития тест-объектов .....	81
2.4. Тестовый полигон № 4 оценки загрязнения окружающей среды в селитебной зоне по аэрозольным показателям: количество и массовая доля частиц .....	86
<b>Выводы по главе 2.....</b>	<b>95</b>

### **Глава 3. Научные основы экологического мониторинга территорий с использованием показателей аэрозолей:**

**теоретическое описание** ..... 98

3.1. Интегральная оценка экологического состояния территорий с позиции свертки нормированных базовых факторов по Колмогорову – Нагумо ..... 98

3.2. Прогнозирование источников загрязнения в селитебных зонах населенных пунктов..... 112

Выводы по главе 3..... 119

### **Глава 4. Апробация экологического мониторинга на территории селитебной зоны с использованием показателей аэрозолей** ..... 121

4.1. Исследование аэрозольного показателя кислотности в селитебной зоне..... 122

4.2. Исследование аэрозольного показателя удельной электропроводности в селитебной зоне..... 123

4.3. Исследование аэрозольного показателя развития тест-объектов в селитебной зоне..... 127

4.4. Исследование аэрозольного показателя количества частиц в селитебной зоне..... 129

4.5. Исследование аэрозольного показателя массовой доли частиц в селитебной зоне..... 131

4.6. Интегральная оценка экологического состояния территории селитебной зоны и прогнозирование источников загрязнения атмосферного воздуха ..... 134

Выводы по главе 4..... 162

### **Глава 5. Апробация экологического мониторинга с использованием показателей аэрозолей в условно чистой зоне**..... 165

5.1. Исследование аэрозольного показателя кислотности в условно чистой зоне..... 165

5.2. Исследование аэрозольного показателя удельной электропроводности в условно чистой зоне..... 166

5.3. Исследование аэрозольного показателя развития тест-объектов в условно чистой зоне.....	168
5.4. Исследование аэрозольного показателя количества частиц в условно чистой зоне.....	170
5.5. Исследование аэрозольного показателя массовой доли частиц в условно чистой зоне.....	173
5.6. Интегральная оценка экологического состояния территории условно чистой зоны и прогнозирование источников загрязнения атмосферного воздуха .....	176
Выводы по главе 5.....	184
<b>Глава 6. Сравнительная характеристика селитебной и условно чистой зон с использованием показателей аэрозолей .....</b>	<b>186</b>
6.1. Сравнительная характеристика селитебной зоны рп Средняя Ахтуба и условно чистой зоны СНТ «Орошенец», «Шельф» по аэрозольному показателю кислотности в 2018-2020 гг. ....	187
6.2. Сравнительная характеристика селитебной зоны рп Средняя Ахтуба и условно чистой зоны СНТ «Орошенец», «Шельф» по аэрозольному показателю удельной электропроводности в 2018-2020 гг. ....	195
6.3. Установление закономерностей между аэрозольными показателями кислотности и удельной электропроводности селитебной зоны рп Средняя Ахтуба и условно чистой зоны СНТ «Орошенец», «Шельф» в 2018-2020 гг. ....	202
6.3.1. Оценка изменчивости аэрозольных показателей кислотности и удельной электропроводности в период 2018-2020 гг. в условно чистой зоне СНТ «Орошенец», «Шельф» .....	203
6.3.2. Оценка изменчивости аэрозольных показателей кислотности и удельной электропроводности за период 2018, 2019, 2020 гг. в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба.....	205
6.4. Сравнительная характеристика селитебной зоны рп Средняя Ахтуба и СНТ «Орошенец», «Шельф» по аэрозольному показателю развития тест-объектов за 2018-2020 гг. ....	207

6.5. Сравнительная характеристика селитебной зоны рп Средняя Ахтуба и СНТ «Орошенец», «Шельф» по аэрозольному показателю количества мелкодисперсных частиц за 2018-2020 гг. ....	216
6.6. Сравнительная характеристика селитебной зоны рп Средняя Ахтуба и СНТ «Орошенец», «Шельф» по аэрозольному показателю массовой доли мелкодисперсных частиц за 2018-2020 гг. ....	222
6.7. Оценка изменчивости аэрозольных показателей массовой доли и количества мелкодисперсных частиц в селитебной рп Средняя Ахтуба и условно чистой зоне СНТ «Орошенец», «Шельф» за 2018-2020 гг. ....	228
6.8. Феномен «природное загрязнение» как неучтенный фактор естественной нагрузки в населенных пунктах Волгоградской области в среде функционирующего городского хозяйства.....	232
<b>Выводы по главе 6</b> .....	235
<b>Заключение</b> .....	238
<b>Список литературы</b> .....	242
<b>Приложение А.</b> Местоположение населенного пункта Светлый Яр (Светлоярский район, Волгоградская область).....	318
<b>Приложение Б.</b> Сравнительный анализ средних значений выборок по аэрозольным показателям в условно чистой зоне и в селитебной зоне поселка Светлый Яр .....	319
<b>Приложение В.</b> Местоположение геоактивных зон, кольцевых структур .....	321
<b>Приложение Г.</b> Местоположение территорий исследования и отбора проб в Саратовской и Волгоградской областях .....	323
<b>Приложение Д.</b> Результаты проверки гипотезы о статистически значимых различиях между значениями показателей общей минерализации (TDS, мг/л) травяных настоев с применением критерия Т-Вилкоксона. Местоположение отбора проб воды из природных источников.....	326
<b>Приложение Ж.</b> Сравнительная характеристика значений химических элементов природных вод Саратовской области (Россия) (в районе урочища Ушахино) и термальных вод известных вулканических областей мира.....	328

<b>Приложение И.</b> Местоположение прогнозируемой кимберлитовой трубки и подземной древней вулканической зоны в Саратовской области .....	330
<b>Приложение К.</b> Местоположения древних вулканических областей .....	331
<b>Приложение Л.</b> Территории исследования оценки токсичности атмосферного воздуха в селитебных зонах .....	332
<b>Приложение М.</b> Опытные образцы проростков семян .....	333
<b>Приложение Н.</b> Оценка разницы средних значений, медиан двух выборок (условно чистая зона (Лк, см) и экспериментальная территория (Лэ, см)) с помощью t-критерия Стьюдента.....	335
<b>Приложение П.</b> Местоположение территорий исследования загрязнения окружающей среды .....	336
<b>Приложение Р.</b> Диаграммы размахов значений аэрозольных показателей. Объединенный массив наблюдаемых значений аэрозольных показателей ( $N_{PM10}$ , %). Ранжирование вариант объединенного ряда и расчет статистики по T-критерию Вилкоксона .....	337
<b>Приложение С.</b> Диаграммы размахов значений аэрозольных показателей. Объединенный массив наблюдаемых значений аэрозольных показателей ( $D(d_{PM10})$ , %). Ранжирование вариант объединенного ряда и расчет статистики по T-критерию Вилкоксона .....	343
<b>Приложение Т.</b> Презентация укладки и развития проросших семян.....	349
<b>Приложение У.</b> Местоположение рп Средняя Ахтуба, СНТ «Орошенец», «Шельф», предприятий строительной индустрии, антропогенных и природных источников загрязнения. Диаграммы размаха значений аэрозольных показателей. Средние значения базовых факторов из селитебной зоны рп Средняя Ахтуба ...	350
<b>Приложение Ф.</b> Местоположение керамзитовых производств, антропогенной и природной нагрузки на селитебную зону рп Средняя Ахтуба. Состав отходов керамзитовых производств.....	355
<b>Приложение Х.</b> Примеры заключений лабораторных анализов по содержанию химических соединений в почве «горячих точек». Точки замеров напряженности электрического поля. Результаты исследования электрического поля .....	361

<b>Приложение Ц.</b> Анализ ветровой нагрузки .....	389
<b>Приложение Ш.</b> Ситуационная карта местонахождения садоводческого некоммерческого товарищества «Шельф», «Орошенец», г. Волгоград. Диаграммы размахов значений аэрозольных показателей условно чистой зоны. Протоколы испытаний проб .....	390
<b>Приложение Щ.</b> Объединенные ряды и ранжирование вариант объединенных рядов .....	397
<b>Приложение Э.</b> Акты внедрения .....	451

## ВВЕДЕНИЕ

**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. [1]. 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 [2]; низкий уровень заболеваемости населения или не выше среднего по стране, смертностью 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 [3-5], которые прогрессировали в регионе на фоне прекращения деятельности более 18 000 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 году.

Указанные обстоятельства предполагают улучшение экологической ситуации в регионе, а также положительную динамику показателей здоровья граждан. Однако в реалии 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 возможные 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 риски для здоровья человека, развиваться различные виды заболевания, в том числе, неясной этиологии.

В этой связи, назрела необходимость в совершенствовании системы государственного экологического мониторинга [6] 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 Указу Президента РФ от 07.07.2011 г. № 899 [7], в приоритетные направления фундаментальных и поисковых научных исследований на 2021-2030 гг. (Распоряжение правительства РФ от 31.12.2020 г. № 3684-р) [8], 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 [9].

Диссертационное исследование выполнено в соответствии с тематическим планом научно-исследовательских работ ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» и соответствует п. 6, п. 8 паспорту 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. [10-21].

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)

[22] 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 [23]; между высокими показателями преждевременной смертности от заболеваний сердечно-сосудистой системы, органов дыхания и частицами, диаметр которых меньше десяти мкм в Иране [24]; между изменениями гематологических параметров, проявлении окислительного стресса у женщин из племенных районов в северо-восточной части Индии и мелкодисперсными частицами [25]; между концентрациями частиц, которые меньше 2,5 мкм на урбанистических территориях Пакистана с локализацией большого количества промышленных предприятий и роста сердечно-сосудистых заболеваний [26] 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 [27, 28] в виду их небольшого диаметра. В связи с чем, ультрадисперсные частицы способны оперативно проходить, например, в эпителиальные клетки и проникать в кровоток легких [29] и др., перемещаться в головной мозг организма человека по обонятельным нервам, нарушая его работу и вызывая различные заболевания. Так, Najirou S. и др. установили, что мелкодисперсная пыль, переносимая по воздуху, может вызывать дисфункцию мозга [30].

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 [31]. Белорусские исследователи, такие как Просвирякова И. А., Шевчук Л. М. оценивали содержание мелкодисперсных частиц на территориях жилой застройки с нагрузкой индустриальных производств, где ими анализировался диаметр частиц, а также производилась гигиеническая оценка загрязнения атмосферного воздуха, выявлялись уровни риска здоровья проживающего населения [32].

Дальневосточные ученые (Голохваст К.С. и др.) изучали нано-частицы в Биробиджане, заповедных территориях, оценивая их экологический эффект [33,34].

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 [35]; в различных районах г. Севастополя исследовался показатель атмосферных осадков в виде удельной электропроводности [36], кислотности [37].

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 [38], в том числе в ее работах демонстрировались методы отбора проб снежного покрова [39].

Семенец Е. М. и др. изучали атмосферные осадки Заполярья [40]; исследованием кислотности, химического состава снежного покрова Московской области занимались Еремина И. Д., Григорьев А. В. [41].

Ветров В. А., Кузовкин В. В., Манзон Д. А. осуществляли мониторинг химического состава снежного покрова в российской Арктике [42], Пристова Т. А., Василевич М. И. исследовали атмосферные осадки на территории Республики Коми [43], Качановский Ф. В. проводил исследования показателя кислотности атмосферных осадков, их удельной электропроводности в г. Твери [44], ученые из Архангельска (Чагина Н. Б. и др.) изучали кислотность, электропроводность и др. в снежном покрове [45].

На государственном уровне подобные исследования атмосферных осадков с анализом показателя, например, кислотности осуществляются планомерно в России на 221 станциях [46], что регламентировано нормативными документами в РФ [47].

За рубежом, для оперативной оценки экологической ситуации в населенных пунктах, также применялись многими авторами аналогичные показатели атмосферных осадков, такие как кислотность, удельная электропроводность [48-52].

Между тем, встречались работы, в которых исследовались и другие показатели аэрозолей, например, химический состав частиц: Филиппова У. Г. [53]; Дрозд В. А., Кикун П. Ф., Ананьев В. Ю. и др. [54]; Ивлев Л. С. [55]; Голобокова Л. П., Польшкин В. В., Онищук Н. А., Хуриганова О. И. и др. [56]; показатели токсичности аэрозолей: Лапшин В. Б., Яблоков М. Ю. и др. [57]; Звездин В. Н., Землянова М. А., Акафьева Т. И. [58]; показатель удельного загрязнения территорий: Николаевский В. С., Козлова Е. А. [59]; Глазачева Г. И. и др. [60]; Месяц С. П. и др. [61].

Song Y., Maher B, Li F. и др. изучали морфологию частиц, размер, массовую концентрацию частиц и др. атмосферного воздуха Пекина (Китай) [62]. Sgrigna G., Saebo A., Gawronski S. и др. изучали показатель осаждения мелкодисперсной пыли ( $\text{мг/см}^2$ ) разных фракций [63]. Новый подход в исследовании «количественной характеристики частиц» был продемонстрирован Lin L., Yan Y.,

Ма К. и др. [64]. В городской среде Неаполя (Италия) в мелкодисперсной пыли ( $PM_{10}$ ) исследовались минеральные частицы и химические соединения морской соли [65]. Cardoso K. M., de Paula A., dos Santos J. S. и др. анализировали токсичные элементы в аэрозольных частицах [66]. Miranda С. и др. производили магнитный анализ аэрозольных частиц, а также большого количества микроэлементов [67].

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; седиментный, 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 ими 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 сельско-хозяйственного 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)) [68], (экспериментальные исследования: постановка эксперимента для установления токсикантов в аэрозольных суспензиях (ПНД Ф Т 14.1:2:4.19-2013) [69] (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») [70] 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, спрогнозировать 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, T-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 Ростехнадзора (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.

# **Глава 1 Экологический мониторинг как структурообразующий элемент системы обеспечения экологической безопасности селитебных зон населенных пунктов**

## **1.1 Единая система государственного экологического мониторинга Волгоградской области: общая характеристика, основные направления работы**

Известно, что экологический мониторинг осуществляется в разнообразных средах: в атмосферном воздухе [71,72], почвенном покрове [73-77], водных источниках [78-80], на особо охраняемых природных территориях [81-84] и др.

Экологический мониторинг является ключевым элементом системы обеспечения экологической безопасности, исходя из нормативно-правовой базы [1]. При этом, согласно п.3.1.1 государственного стандарта РФ №53009-2008 данный термин рассматривается как *«мониторинг окружающей среды», «комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов»* [85].

В стандарте же РФ №14.01-2005 указывается на то, что *«экологический мониторинг является регулярно повторяющейся частью экологического менеджмента, направленной на наблюдение в непрерывном или дискретном режимах за экологической ситуацией на контролируемой территории, а также на обеспечение деятельности по выполнению установленных требований»* [86]. При этом некоторые из исследователей, например, Нечаев И.В. и др. демонстрируют, что *основной «задачей экологического мониторинга окружающей среды является максимальное обеспечение систем управления экологической безопасностью и природоохранной деятельностью информацией соответствующей действительности* [87].

Основываясь на федеральном законодательстве, *«государственный экологический мониторинг (государственный мониторинг окружающей среды) осуществляется в рамках единой системы государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) федеральными органами исполнительной власти и др.»* [88].

При этом, один из нормативных документов определил организацию Росгидромет как ведущую организацию для реализации системы единой государственного экологического мониторинга (ЕСГЭМ) во взаимодействии ее с другими ведомствами. В России наблюдение и контролирующая функция за состоянием атмосферного воздуха *«проводится в более, чем двух-ста сорока городах и на станциях в количестве шестьсот шестьдесят семи (шт.), из них регулярные наблюдения ведутся в 221 городе на 611 станциях»* [89]; измеряются концентрации от четырех до 34 видов загрязняющих веществ [90]; оценка радиационной обстановки на территории РФ *«осуществляется в 1296 пунктах стационарной сети; отбор проб радиоактивных выпадений – в 362 пунктах; отбор проб радиоактивных аэрозолей - в 53 пунктах и др.»* [91].

В Волгоградской области обеспечение экологической безопасности осуществляется на основании соответствующих федеральных законов, в том числе, в соответствии с региональной нормативно-законодательной базой, где приводятся данные, установленные ранее государственными экологическими службами региона о *«сверхнормативном загрязнении атмосферного воздуха на урбанизированных территориях и прилегающих районах»* [92]. В связи с чем в указанной программе отводится внимание по *«улучшению качества атмосферного воздуха за счет уменьшения выбросов в атмосферный воздух вредных (загрязняющих) веществ, отходящих от стационарных источников, расположенных на территории Волгоградской области, до 73,5 процента по отношению к 2010 году»* [92]. Некоторые государственные стандарты разъясняют об *«основных показателях экологической безопасности объектов»*, которые должны *«отражать степень защищенности флоры, фауны, атмосферы, гидросферы, почв, недр и др. от опасных воздействий объекта хозяйственной или*

иной деятельности» [93]. В этой связи государственный экологический мониторинг окружающей среды производит обязательную оценку указанных показателей в каждом субъекте РФ.

В Волгоградской области контроль за атмосферным воздухом в целях обеспечения экологической безопасности населения ведется центром гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды или ФБГУ «Северо-Кавказское УГМС» (далее – Волгоградский ЦГМ). На официальном сайте указанной организации позиционируется, что в регионе действует *«18 гидрометеорологических станций, 1 аэрологическая станция, 29 гидрологических постов, в том числе 17 метеорологических станций, наблюдающих за радиоактивным загрязнением территорий и др.»* [94].

Кроме ЦГМ, на территории Волгоградской области государственный экологический мониторинг проводит также Облкомприрода, где ей принадлежит *«5 постов в г. Волгограде* [95].

В г. Волжском Волгоградской области с расположенным в нем крупном промышленном центре, отдельно существует также собственная городская экологическая лаборатория (МБУ «СООС») с передвижной лабораторией, которая осуществляет наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в жилых зонах города-спутника [96]. Согласно данным МБУ «СООС» автоматизированные системы сформированы и функционируют на региональном уровне в рамках государственной программы [97]. Исследование радиационной обстановки в Волгоградской области осуществляется на основании нормативно-законодательной базы [98, 99].

На рисунке 1 в качестве примера представлена карта г. Волгограда, на которой красным цветом выделены посты экологического контроля и наблюдения за атмосферным воздухом, а черным цветом отражены посты мониторинга радиационной обстановки.

На рисунке 2 показана карта г. Волжского, на которой отражены аналогичные посты наблюдения за атмосферным воздухом и пост мониторинга радиационной обстановки.

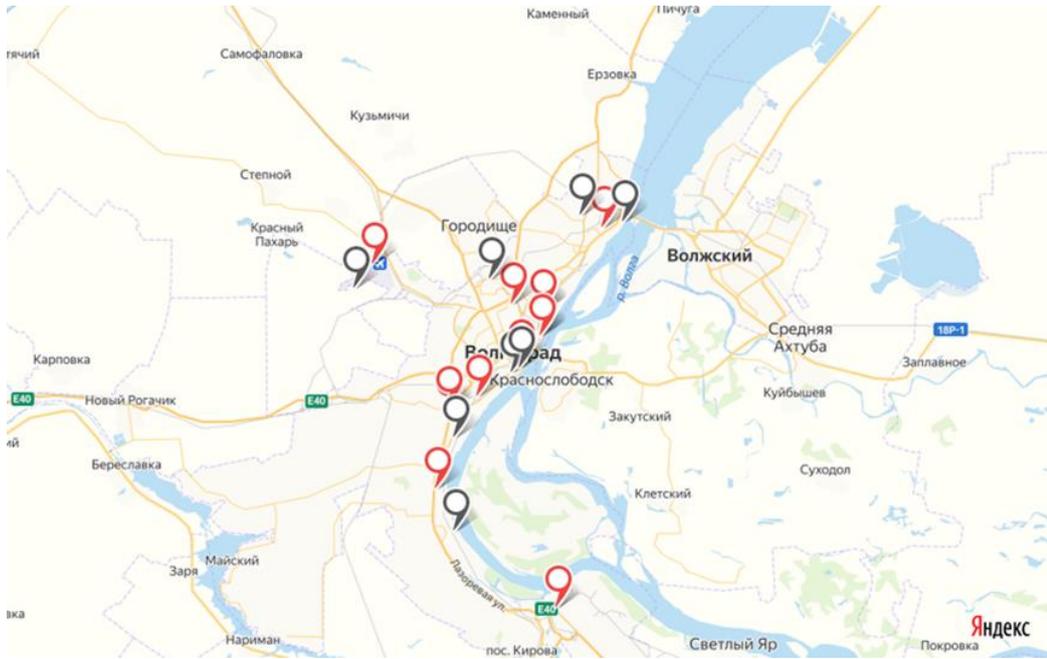


Рисунок 1 – Экологические (красный цвет) и радиационные посты Волгограда (черный цвет)

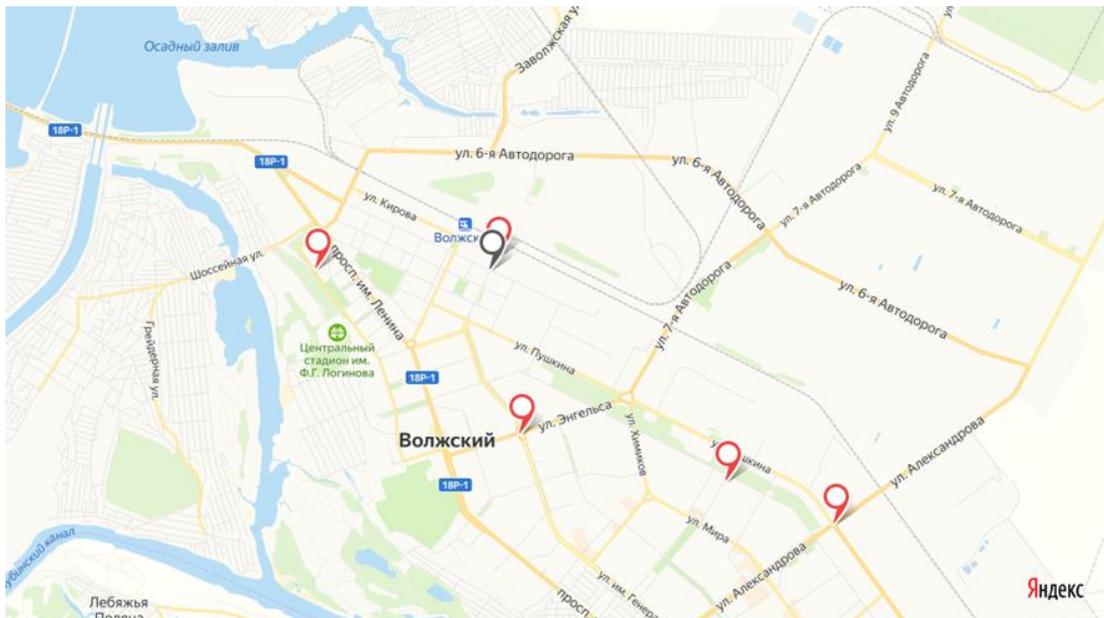


Рисунок 2 – Экологические (красный цвет) и радиационные посты г. Волжского (черный цвет) Волгоградская область)

На рисунке 3 представлена карта Волгоградской области с обозначенными экологическими постами и постами контроля радиации.

Указанные на картах Волгограда, г. Волжского Волгоградской области и в целом по региону стационарные экологические посты, метеостанции мониторинга

радиационной обстановки в течение последних лет Волгоградский ЦГМС проводили измерения бензапирена и тяжелых металлов (хрома, меди, железа, марганца, никеля, свинца, цинка), пыли, формальдегида, растворимых сульфатов, метилмеркаптана и др., а на пяти постах анализируются радиоактивные выбросы (Волгоград-СХИ), Котельниково, Нижний Чир, Серафимович, Урюпинск» [99].

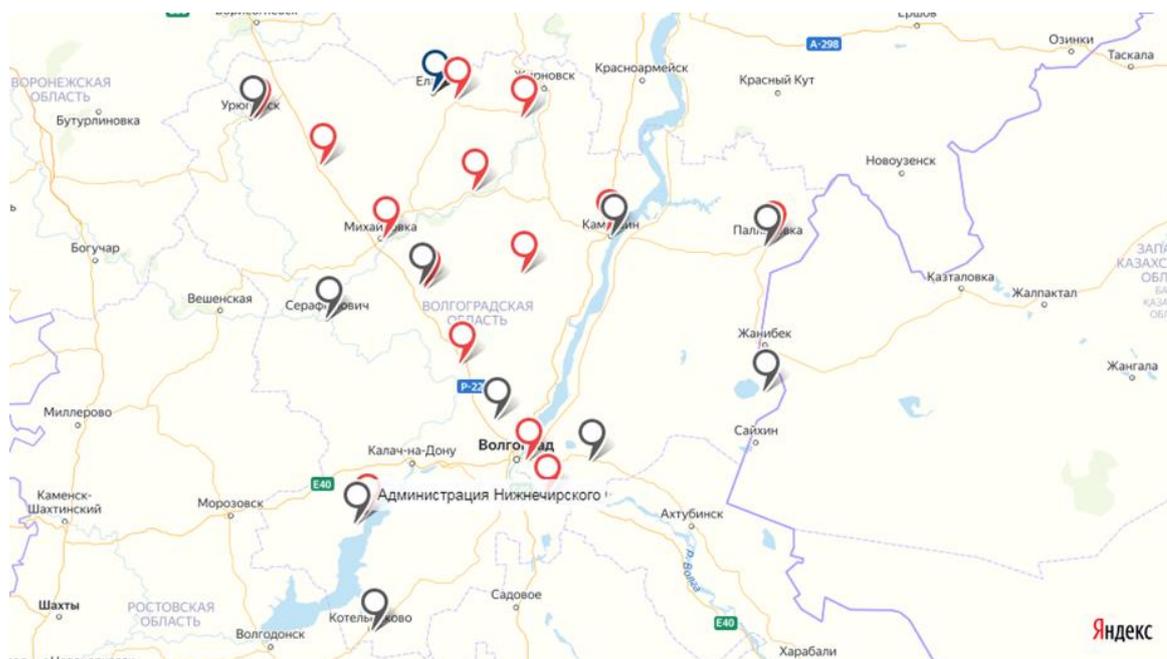


Рисунок 3 – Экологические (красный цвет) и радиационные посты Волгоградской области (черный цвет)

Проведенный анализ позволил выявить, что существующая сеть экологических постов не позволяет производить в полной мере тотальную оценку загрязнения в селитебных зонах городских и сельских поселений Волгоградской области, поскольку не все селитебные зоны попадают в зону действия экологических постов.

В этой связи, автором было предложено применение краткосрочного обследования территорий селитебных зон населенных пунктов [22] на основе показателей аэрозолей как индикаторов на загрязнение окружающей среды при их диаметре меньше 10 мкм.

Выявлению и обоснованию наиболее значимых, перспективных и эффективных показателей аэрозольных частиц для включения их в виде метрик

(базовых факторов) в разработку научных основ экологического мониторинга территорий селитебных зон населенных пунктов, предшествовал глубокий анализ исследовательских работ российских и зарубежных ученых, посвященный анализу аэрозольных показателей.

## **1.2 Экологический мониторинг населенных пунктов на основе исследования аэрозольных показателей**

Исследованию показателей аэрозольных частиц в населенных пунктах посвящено достаточно большое количество научных работ в России и за рубежом.

Большинство российских ученых, в основном, акцентируют свое внимание на изучение показателей аэрозольных частиц, отобранных традиционным способом из атмосферного воздуха урбанистических территорий с последующим анализом там экологической ситуации. За рубежом в большинстве случаев исследователи отбирают частицы с листовых пластинок древесных и кустарниковых пород деревьев. В этой связи зеленая инфраструктура городских и сельских поселений выступает уникальными пробоотборниками аэрозольных частиц из воздушного бассейна и является превосходным индикатором качества природной среды городских и сельских поселений, поскольку характеризуется свойством собирать на листовых пластинках частицы с включенными в них химическими соединениями из разных источников окружающей среды в течение определенного временного интервала, учитывая виды растительных сообществ (вечнозеленые/листопадные), что может представлять определенную ценность при экологической оценке исследуемого района. Растительные сообщества, в зависимости от их видов могут проявлять суммарный накопительный эффект и в «естественных пробоотборниках» отображаться реальная картина загрязнения на исследуемой территории за определенный промежуток времени. В этой связи, листовые пластинки работают по аналогии с классическим пробоотборным оборудованием, предназначенным для отбора проб воздуха на поглотительные

устройства: искусственные фильтры, сорбционные трубки, поглотители Зайцева, Рихтера и др. Нетрадиционный способ отбора аэрозолей больше всего подходит для тех климатических поясов, где атмосферные осадки выпадают редко. В связи с чем целесообразно использовать листья растений в качестве естественных «пассивных мониторов» качества окружающей среды.

Изучая работы авторов, было подмечено, что многие из них рассматривали возможности листьев растительных сообществ с позиции того, кто больше всего накапливает на своей поверхности аэрозольные частицы с целью разработки рекомендаций для их использования в населенных пунктах в качестве естественных фильтров, повышая качество атмосферного воздуха на урбанистических территориях, при этом используя определенные виды растений как «пассивные мониторы» качества городской среды.

Например, Анисимова С. В. и др. исследовала показатель удельного загрязнения территорий ( $\text{мг}/\text{см}^2$ ) в урболандшафтах Украины с позиции техногенной нагрузки авто-эстакад [100]. Чернышенко О.В. изучала аналогичный показатель, используя пылевидные частицы на листьях деревьев и кустарников, например, на тополе семейства ивовых в Москве [101]. Тюменский ученый - Агеева Е. А. и др. производили оценку способности удерживать пыли на листьях рябины сибирской, кизильника и др. [102], волгоградские исследователи изучали пыль на листьях абрикоса обыкновенного, сирени обыкновенной, вяза мелколистного [103-105]. Китайские исследователи изучали отложения пыли на листовых пластинках 35 видов растений в Пекине [106], а Liang D., Ma C., Wang Y. и др. исследовали 25 видов городских растений в Пекине и Чунцине [107]. Рорек R. и др. определял возможности листьев «*черемухи обыкновенной (P. Radus)* и др. накапливать мелкодисперсную пыль на поверхности» листовых пластинок [108]. Изучением «плотности и размеров частиц» занимались Shi J., Zhang G., An H. и др. [109]. Zhang W., Zhang Z., Meng H. и др. экспериментировали с листьями хвойных (*Pinus tabuliformis Carr. и др.*), широколиственных (*Acer truncatum Bunge, Salix matsudana Koid. И др.*) деревьев, произрастающих в парках Пекина, обращая внимание на «смачиваемость листьев растений» и возможность

древесных пород улавливать мелкодисперсные частицы» [110]. Индийские ученые анализировали количественное отложение пыли на листьях декоративных видов растений» в жилых, промышленных центрах г. Дели» [111]. Zha Y., Shi Y., Tang J. и др. также анализировали показатель количества частиц (PM, PM<sub>10</sub> и PM<sub>2,5</sub>) среди деревьев в функциональных районах города Нанкина (Китай) для контроля загрязнения воздуха в населенных пунктах [112]. Przybysz A., Nersisyan G., Gawronski S. в своей работе демонстрировали возможность городских вечнозеленых хвойных и лиственных растений улавливать мелкодисперсную пыль в зимние периоды на примере: *Taxus baccata L.* и *Pinus nigra A.*, *Carpinus betulus L.*» [113]. Lukowski A. и др. изучали мелкодисперсные частицы на листьях березы повислой (*B. Pendula*), дуба обыкновенного (*Q. Robur*) и других растений [114].

Эксперименты с садовыми растениями осуществляли Sun X., Li H., Guo X. И др., которые указали на возможность некоторых растений, таких как: *Euonymus japonicus*, *Pyracantha fortuneana* и др. адсорбировать частицы и уменьшать загрязнение в окружающей среде [115]. Weerakkody U., Dover J. W., Mitchell P. и др. обращали внимание на роль и функциональное значение зеленых стен, расположенных вдоль автодорожных магистралей в Сток-он-Трент (Великобритания), которые используют для уменьшения количества частиц в городских агломерациях [116]. Известны, также исследования аэрозолей с изучением показателя массовой доли частиц [117].

Проанализированные работы вышеуказанных ученых позволяют обобщить результаты их исследований и сделать вывод о том, что при оценке экологической ситуации территории наиболее эффективными аэрозольными показателями в работах авторов выступали следующие аэрозольные показатели: диаметр частиц ( $d_p$ , мкм); количество частиц ( $N_p$ , %); масса частиц ( $m$ , мкг/см<sup>2</sup>) или массовая доля частиц (%) и др.

Другая группа исследователей, изучала, преимущественно, химические показатели аэрозольных частиц, отобранные также в зеленой инфраструктуре населенных пунктов.

Так, Hassan S. K. и др. исследовали полициклические ароматические углеводороды «в пыли, осевшей на листьях уличных деревьев (лиственная пыль) в транспортных и жилых районах в Каире, Египет» и возможные риски для здоровья населения [118]. Da Cunha K. D. и др. выявляли минералы, радионуклиды в мелкодисперсной пыли на листьях растений, произрастающих в деревне Буэна (Бразилия) [119]. Masson O. И др. также проводили «радиоактивный анализ аэрозолей в зависимости от их аэродинамического размера во Франции, Австрии, Чехии, Польше, Германии и Греции после прибытия загрязненных воздушных масс после ядерной аварии на АЭС «Фукусима-дайити» в марте 2011», в том числе, исследовали и природные радионуклиды [120]. Ram S. S., Majumder S., Chaudhuri P. изучали микроэлементы в частицах на листьях растений [121]. L. Fusaro F. Marando A. и др. изучали диаметр частиц и тропосферный озон, который накапливался различными видами растений в Риме, Лацио (Италия) [122]. Franzaring J. и др. исследовали химические элементы в растениях на горной возвышенности (активный вулкан в районе Гвинейского залива в Республике Камерун) [123]. Строительную пыль отслеживали в своих исследованиях Cardoso-Gustavson P. и др. с использованием *Tillandsia usneoides* в г. Сан-Паулу (Бразилия) [124]. Укребор Е. Е. и др. исследовали тяжелые металлы в нигерийских декоративных растениях [125]. Pietrogrande Maria Chiara и др. изучали окислительно-восстановительный потенциал мелкодисперсных частиц и химические элементы в Средиземноморье [126].

Армянские исследователи: Sahakyan L. и др. изучали концентрацию ртути в пылевидных частицах в атмосферном воздухе, в почве и на листьях растений городской зоны Ванадзора (Армения) [127]. Capozzi F. и др. анализировали загрязняющие вещества с использованием черной акации и некоторых тестовых культур - мешков мха и др. [128].

Hou X. Y., Liu S. L. и др. производили мониторинг тяжелых металлов в растениях *Plantago depressa Willd* около медного рудника Кулонг на Цинхай-Тибетском плато (Китай) [129]. Mwaanga P., Silondwa M. и др. исследовали

тяжелые металлы в микрочастицах «на листьях сельскохозяйственных культур» вблизи плавильного завода в городе Муфулире (Замбия) [130]. Другие исследователи использовали листовые пластинки араукарии разнолистной для оценки тяжелых металлов в эквадорских городах [131], *Ficus benjamina* применялся в качестве мониторинга частиц в мексиканских городах [132]. De La Cruz и др. устанавливали тяжелые металлы на основе *Tillandsia capillaris* в мегаполисе Перуандских Анд [133]. Wang С. и др. определял свободные радикалы в листьях растений на 120 участках в пяти районах Китая [134].

При мониторинге пылевидных частиц в зеленой инфраструктуре обращалось внимание некоторыми исследователями и на вопрос учета метеорологического фактора. Так, Przybysz А. и др. исследовали накопление микрочастиц на листьях вечнозеленых видов растений в окрестностях города Ставангер (Норвегия) с учетом количества осадков и времени [135]. Другие авторы также выявляли роль определенных видов растений в способности частиц аккумулироваться на листьях растениях, невзирая на атмосферные осадки, ветер и др. [136-140].

Рассмотренные выше работы демонстрируют уникальные возможности зеленой инфраструктуры населенных пунктов использовать листовые пластинки растений в качестве «природных фильтров» аэрозолей, а также «естественных мониторов» качества среды и проботборников с целью использования аэрозольных частиц региональными экологическими службами. В этой связи, например, Кароор С. S. и др. с помощью растений (*Holoptelea Interifolia L.*, *Mangifera indica L.*, *Pongamia pinnata (L.)*) осуществляли эффективный контроль загрязнения воздуха в г. Удайпур (Индия), подчеркивая его экономическую эффективность [141].

Однако, в реалии, зеленые насаждения размещаются на урбанистических территориях, в основном, без особого учета их фильтрационных возможностей – в большинстве случаев – это для эстетической привлекательности, для повышения площади зеленых насаждений в мегаполисах [142], которую можно оценивать из космоса [143].

В этой связи, следует обратить внимание на особый потенциал зеленой инфраструктуры, который можно превосходно использовать как «пассивные пробоотборники» и мониторы состояния урбосреды для обеспечения экологической безопасности городских и сельских поселений. Автор хотел бы отметить, что первые шаги в этом направлении были уже сделаны в 2020 г. в части разработки национального стандарта РФ – «Зеленые стандарты» [144], позволяющего увеличивать процент площади озеленения в городах, используя крыши многоквартирных домов и др. При этом, зеленая инфраструктура крыш в городских и сельских поселениях может также выступать эффективными «пассивными пробоотборниками» химических соединений окружающей среды и естественными мониторами качества атмосферного воздуха в населенных пунктах с использованием местных растительных сообществ, что требует в дальнейшем глубокой проработки этого вопроса и научного подхода для нововведений, поскольку определенный задел в этом направлении имеется [145-147].

На основании проанализированных исследований по оценке загрязнения территорий населенных пунктов, было выявлено, что авторами изучались наиболее опасные химические соединения, присутствующие в окружающей среде урбанистических территорий, которые несут определенные риски для здоровья человека. Это, в основном, полициклические ароматические углеводороды и радиоактивные элементы в аэрозольных частицах ( $PM_{<10}$  мкм); тяжелые металлы, микроэлементы, в том числе токсичные элементы и их соединения в  $PM_{10}$ , свободные радикалы, минеральные частицы, нафталин и др.

Адсорбированные на поверхности листьев растений аэрозольные частицы диаметром меньше 10 мкм в населенных пунктах, например Волгоградской области, могут включать в себя также различные химические соединения, в том числе кислые примеси (углекислый газ, хлороводород, серный и сернистый ангидриды, оксиды азота и др.), тяжелые металлы (медь, железо, никель и др.), в том числе, токсичные химические соединения ( $H_2S$ ) и др., поскольку указанные загрязняющие вещества – это традиционные региональные загрязнения, которые отслеживаются в атмосферном воздухе государственными экологическими службами на стационарных и передвижных постах, а их значения отражаются в

официально публикуемых государственных ежегодных докладах комитета природных ресурсов, экологии и лесного хозяйства администрации Волгоградской области. В этом смысле исследование, например, кислых примесей в атмосферном воздухе по водородному показателю (рН), может быть индикатором на загрязнение урбанистических территорий, поскольку аэрозольные частицы способны адсорбировать на своей поверхности любые виды химических соединений. В этой связи, целесообразно включить в краткосрочное обследование территории **показатель кислотности (рН) атмосферных осадков** для выявления кислых примесей в атмосферном воздухе селитебных зон населенных пунктов и установления экологических рисков для населения, проживающих на исследуемой территории.

Известно, что рН - это один из важнейших показателей окружающей среды, от которого напрямую зависит здоровье человека. При этом установлено, что кислая среда может быть причиной разрушения клеток и повреждения тканей человека, развития заболеваний, процессов старения, роста болезнетворных организмов и др. [148,149]. При хроническом воздействии кислого, атмосферного газа сероводорода на организм человека могут диагностироваться такие заболевания как метгемоглобинемия и сульфгемоглобинемия [150], а поражение зрительного органа может наступить даже при низких концентрациях  $H_2S$  и кратковременного его воздействия [151]. При этом ряд исследователей установили даже диапазоны показателя кислотности для нормального функционирования различных органов и систем [152-158].

Кроме кислых газов, например, в Волгоградской области, также регулярно исследуются в атмосферном воздухе некоторые тяжелые металлы, при этом другие химические соединения, например, неорганические соли и др., государственными экологическими службами должным образом не изучаются. В этой связи, по мнению автора, целесообразно отслеживать показатель удельной электропроводности как меры способности вещества проводить электрический ток, что зависит от количества растворенных ионов, то есть напрямую связано с солесодержанием или показателем концентрации примесей (общее растворенное

содержание всех неорганических и органических веществ (TDS, мг/л)), производя тем самым качественную оперативную оценку загрязнения окружающей среды, наподобие официальных исследований, осуществляемых государственными экологическими службами в других регионах и др. Так, известен, например, регулярный официальный мониторинг за кислыми примесями аэрозолей и их химическим составом, который осуществляется на территории РФ на 221 станциях (см. Введение). Данный вид мониторинга позволяет устанавливать общий уровень загрязнения атмосферного воздуха, а составы примесей атмосферных осадков могут рассматриваться как индикаторы загрязнения территорий.

Также представляет интерес показатель токсичности среды, который способен устанавливать наличие в окружающей среде химических соединений-ингибиторов, способных вызвать нарушения физиологических функций живого организма, в результате чего возникают симптомы отравления (интоксикации, заболевания), а при тяжелых отравлениях – гибель.

Указанные выше показатели (ЕС, мкСм/см; TDS, мг/л; pH; токсичность или показатель развития тест-объектов (Lr, см)) использовались многими авторами только для оценки атмосферных осадков и не были использованы для оценки экологической ситуации территорий с использованием аэрозольных частиц, отобранных с листьев растений, что, несомненно, является новизной данной работы и ценными аэрозольными показателями (метриками) с целью включения их в разработку научных основ экологического мониторинга селитебных зон наряду с указанными ранее другими показателями, а именно: диаметром частиц ( $d_p, \mu\text{м}$ ); количеством частиц ( $N_p, \%$ ); массой долей частиц ( $D(d_p, \%)$ ).

При этом для понимания источников загрязнения аэрозольными частицами населенных пунктов Волгоградской области, автором был проведен глубокий анализ исследований на установление максимально возможных потенциальных источников аэрозолей в различных населенных пунктах стран мира, который был выполнен российскими и зарубежными авторами, что позволило сформировать группы источников антропогенных и природных частиц в жилых зонах городских и сельских поселений различных стран мира, на которые следовало бы

ориентироваться при разработке научных основ экологического мониторинга территорий селитебных зон с использованием показателей аэрозолей.

### **1.3 Источники происхождения аэрозольных частиц в атмосферном воздухе населенных пунктов Российской Федерации и за рубежом: обзор научной литературы**

Автором выявлены две основные группы возможных источников загрязнения населенных пунктов: источники антропогенных и природных аэрозолей.

Источники происхождения антропогенных и природных аэрозольных частиц были ранее проанализированы автором на основе научных работ отечественных и зарубежных исследователей и опубликованы [159, 160].

Так, Gonzalez R. O., Strekopytov S. и др., изучали *«пространственную и временную изменчивость изотопов Zn и Cu в твердых частицах (ТЧ) в атмосфере»* от автотранспортных средств в г. Барселона (Испания) и в г. Лондоне (Великобритания) [161]. Meza-Figueroa D. и др. исследовали пылевидные частицы в атмосферном воздухе г. Эрмосильо, расположенного в пустыне Сонора (Мексика), где были обнаружены ими кристаллы минерального крокоита ( $PbCrO_4$ ), являющиеся продуктом транспортной краски [162]. Li X. P., Liu B. и др. анализировали 19 металлов в уличной пыли в г. Барбакане (Китай), где ими было установлено, что источником происхождения таких элементов как *«Fe, Cu, Rb, La, Ba, Mn, Ti, Ce и Zr Cr, Sr, Zn»* являлся *«износ тормозов»* [163], Valotto G., Zannoni D. и др. обнаружили в Венеции (Италия) частицы, которые являются ресуспендированными как продукт дорожной пыли [164]. Liu H., Qi L. J. и др. анализировали пути попадания загрязняющих веществ в окружающую среду [165].

Rovira J. и др. исследовали химический состав мелкодисперсной пыли вблизи промышленных предприятий, а именно цементного производства (Каталония, Испания) [166]. Wang J. Z. и др. устанавливали вещества-канцерогены в  $PM_{2.5}$  в китайских общинах [167]. Liberda E. N. и др. исследовали

твердые частицы в окружающей среде, поступающих с угольных электростанций и с мест захоронения их отходов [168]. Sun L. M. и др. «анализировали токсичность металлов» [169].

Много исследований посвящалось частицам почвы, которые связаны с ветровой эрозией, в процессе разрушения почвенного покрова и переноса микрочастиц почвы под действием ветра на расстояния [170-172]. Также установлены поступление микрочастиц в окружающую среду в результате движения поездов [173-176], работы морских портов [177], аэровокзалов [178-180].

В большинстве случаев в населенных пунктах в атмосферном воздухе исследователи определяли не один источник пылевидных выбросов, а их комбинацию, т. е. от транспортных средств, от промышленных предприятий, от сжигания мусора, включая почвенную, улично-дорожную пыль и др. [181-186].

Из приведенных выше примеров видно, что в населенных пунктах мелкодисперсная пыль – это продукт деятельности промышленного сектора, автотранспорта, воздушного транспорта, железнодорожного транспорта, улично-дорожной сети и других источников загрязнения. При этом, другие антропогенные источники загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов связаны также, например, на прямую с горной выработкой, переработкой полезных ископаемых и их ультра-пылевидными выбросами, за которыми осуществляется экологический мониторинг [187-201].

Особую опасность для населенных пунктов может нести также мелкодисперсная пыль со свалок и полигонов промышленных отходов, шламо-накопителей, хвостохранилищ [202-209], полигонов и свалок ТБО [210-213].

Уникальные результаты исследования были получены Esbri J. M., Izquierdo C. и др. по мелкодисперсной пыли и ее химическому составу в отношении, например, следового влияния древних выработок на окружающую среду, где в пылевидных частицах авторами была обнаружена киноварь и органическая ртуть [214]. Djebbi C., Chaabani F., Font O. и др. посвятили свое исследование «эоловому рассеиванию и осаждению пыли, основных микроэлементов в почвах в полусухом климате, вокруг старой шахты по флюориту ( $\text{CaF}_2$ ) и бариту ( $\text{BaSO}_4$ ), расположенной в

Хаммам Зриба в северной части Туниса». Эта шахта была связана с месторождением руды, в котором содержится большое количество сульфидов металлов [215].

Пыль с полигонов военных отходов и зон военных конфликтов также оказывает нагрузку на окружающую среду и привлекает внимание ученых для возможности проведения исследований [216-220].

Также обращает на себя внимание пыль с сельскохозяйственных полей, которая может попадать в атмосферный воздух сельских и городских территорий, в т.ч. в виде микрочастиц – биозолидов, твердых частиц из птицефабрик и животноводческих ферм, при выпасе скота и др. [221-228].

В сельскохозяйственной деятельности имеет место организация мест захоронения животных. Как оказалось, они также являются поставщиками в окружающую среду пылевидных частиц с определенными физико-химическими свойствами [229], при этом медленный распад туш животных, сопровождается изменением pH, выбросом аммиака, летучих жирных кислот в атмосфере [230].

Li Z. Y. [etc] изучали мелкодисперсную пыль ( $PM_{2,5}$ ), которая витала в атмосфере в результате сжигания мусора. Эта пыль была получена «путем повторного суспендирования золы, полученной в результате процессов сжигания арахисовой соломы (PS), пшеничной соломы (WS), электростанции, работающей на мусоре (GFPP), бытового мусора для уменьшения объема (DG), кабелей для утилизации металлов (WCC) для анализа 16 ПАУ и 26 элементов с целью получения информации об их профилях состава, токсичности ПАУ и рисках воздействия тяжелых металлов (ТМ) и As». По результатам исследования наибольшую техногенную нагрузку давали электростанции, работающие на мусоре [231].

Органическая пыль встречается также в атмосферном воздухе населенных пунктов в большом разнообразии. Adams R. I. и др. в своем исследовании показывают, что «на местном уровне грибы наружного воздуха преобладают в структуре внутреннего воздуха» [232]. Balyan P. и др. проводили мониторинг по количеству бактерий и грибов из воздуха в городе Дели (Индия)» [233]. Hai V. D. и др. определяли и оценивали «микробные характеристики в воздухе (бактерии и

грибки) в городе Хошимин, Вьетнам», а также их тенденции в различное время года и сезонных колебаний. «Основными идентифицированными бактериальными родами были *Bacillus siamensis*, *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus varians* и *Enterobacteriaceae*. Некоторые находящиеся в воздухе грибы (*Aspergillus sp.*, *Penicillium janthinellum* и *Fusarium solani*) были обнаружены во время влажного и сухого сезонов. В сельских и жилых районах содержание бактериальных и грибковых биоаэрозолей в воздухе было выше в выходные дни, чем в будние дни». Авторами была выявлена зависимость численности бактерий и грибов [234]. Pan Y. Y. и др. проводили исследования в городах: Шанхае, Пекине (Китай) и изучали химический состав PM<sub>2.5</sub> с находящимися на них бактериями. «Альфа- и бета-различия не показали очевидной разницы в двух городах ( $p > 0,05$ )». При этом авторы установили связь между химическими веществами в твердых частицах и наличием в них определенного вида бактерий [235].

Yu R. L. и др. исследовали сообщества микроорганизмов в различных частицах туманов в городе Чанша (Китай) «с помощью технологии высокопроизводительного секвенирования». Их результаты показали, что «разнообразие сообществ микроорганизмов атмосферы будет увеличиваться с увеличением доли твердых частиц и индекса качества воздуха (AQI). *Bacillus*, *Acinetobacter* и *Methylobacterium* имеют более высокую долю в Чанше». На уровне типов Firmicutes, Actinobacteria, Proteobacteria, Bacteroidetes и Cyanobacteria являются доминирующими членами сообщества в Чанша [236].

Humbal S. и др. исследовали биоаэрозоль в качестве новейшего загрязнителя современности [237]. Qi Y. Z., Li Y. P. и др. изучали разнообразие грибного состава в PM<sub>2.5</sub> в городе Сиане с использованием «высокопроизводительной технологии секвенирования» [238].

Amarloeí A. и др. изучали мелкодисперсные пылевидные частицы (PM<sub><2.5</sub> мкм, PM<sub><10</sub> мкм) вместе с различными видами бактерий в китайских городах [239].

Xu J. S., Jia C. R. и др. исследовали в целом органические и неорганические вещества в мелкодисперсной пыли атмосферного воздуха в дельте реки Янцзы (YRD), (Китай) [240].

Исходя из представленной антропогенной пыли, определенный вклад в проблему экологии городов вносят также природные пылевидные частицы, на которые должным образом не обращается внимание на урбанистических территориях.

Так, по различным оценкам авторов, ежедневно оседает, например, на планете Земля около 60 тонн космической пыли, что в пересчете на год составляет 25-40 тысяч тонн [241] и является предметом исследования многих ученых [242-248].

Вулканическая пыль встречается в основном в тех регионах, территории которых расположены вблизи активной вулканической деятельности, где горные массивы оказывают значительную нагрузку на близлежащие населенные пункты. Так, многие исследователи обнаруживают, например, в атмосферном воздухе в мелкодисперсной пыли вулканический пепел, тяжелые металлы, различные минералы вулканического происхождения, которые диагностировались в населенных пунктах [249-258].

Цветочная пыльца стала также в последнее время представлять большой интерес среди ученых и анализировалась в атмосферном воздухе многими исследователями в различных городах мира [259-266].

Известен мониторинг таких частиц как сульфаты, органическое вещество, черный углерод, минеральная пыль и морская соль в более чем в 200 городах мира [267-275].

Огромный интерес среди исследователей вызывают пылевидные частицы из пустынь (этому посвящено множество научных работ), пыль от океанических дюн, в т.ч. транзитный перенос пылевидных частиц из Сахары, с континента на континент [276-291].

Janicka L. и др. наблюдали пылевидные частицы от лесных канадских пожаров в Западной Европе [292].

Известно также возможное загрязнение атмосферного воздуха городских и сельских поселений радионуклидами, которое идентифицируется как природное, так и техногенное [293-295].

Следующая группа исследователей анализировала частицы из активных геологических структур (разломы, трещины в земной коре и др.) Так, на территории глубинных разломов или в их окрестностях на примере Прибалтийских республик, связанных с кольцевыми структурами (район Силламяэ (Эстония), в 1990-х годах наблюдались «отравления населения таллием, что сопровождалось галлюцинациями» и также была отмечена связь с сердечно-сосудистыми заболеваниями; установлены выбросы углеводов, токсичных газов в приземной слой атмосферы и восстановлением некоторых газов, их окислением с появлением окисей углерода [296].

Токсичные газы, углеводороды из приземного слоя атмосферы могут спровоцировать развитие туберкулеза и онкологических заболеваний среди населения Литвы (западные и юго-западные районы) [297]. Установлено также, что зоны глубинных разломов совпадают с аномалиями выхода газа гелия [298-300].

Алехин В. И. указывал на то, что в настоящее время, геоактивные структуры Земли могут создавать определенные риски в окружающей среде, поскольку способны накапливать в литосфере большое количество токсичных веществ [301].

Водород, радон, гелий и другие газы были установлены Анисимовой О.В. в выбросах активных геологических структур [302], а Калинин В. В., Астахов А. С. выявляли там ртуть [303].

Проведенный анализ литературы позволил выявить многообразие источников происхождения микрочастиц, которым может быть наполнен атмосферный воздух населенных пунктов.

На рисунке 4 представлены возможные источники происхождения витающих микрочастиц при действии антропогенного и природного факторов, которые были выявлены исследователями в населенных пунктах мира и представлены как квинтэссенция автором.

При этом обзор научных исследований определил некий дефицит научных работ, а также недостаточную разработанность темы, посвященной исследованию микрочастиц, исходящих из таких природных источников как скрытые активные геологические структуры. Так, выбросы загрязняющих веществ

регистрировались, например, из рифтовых зон [304-308]; разломных структур [309-313]; из линеаментов [314-316]; из древних вулканических зон [317-319]; из грязевых вулканов [320]; из современных вулканических зон: [321-324]. Также доказана дегазация частиц из месторождений полезных ископаемых, в том числе глубоко скрытых: [325-327]. Установлено, что соляные диапиры являются также поставщиками в окружающую среду природных химических соединений [328, 329].

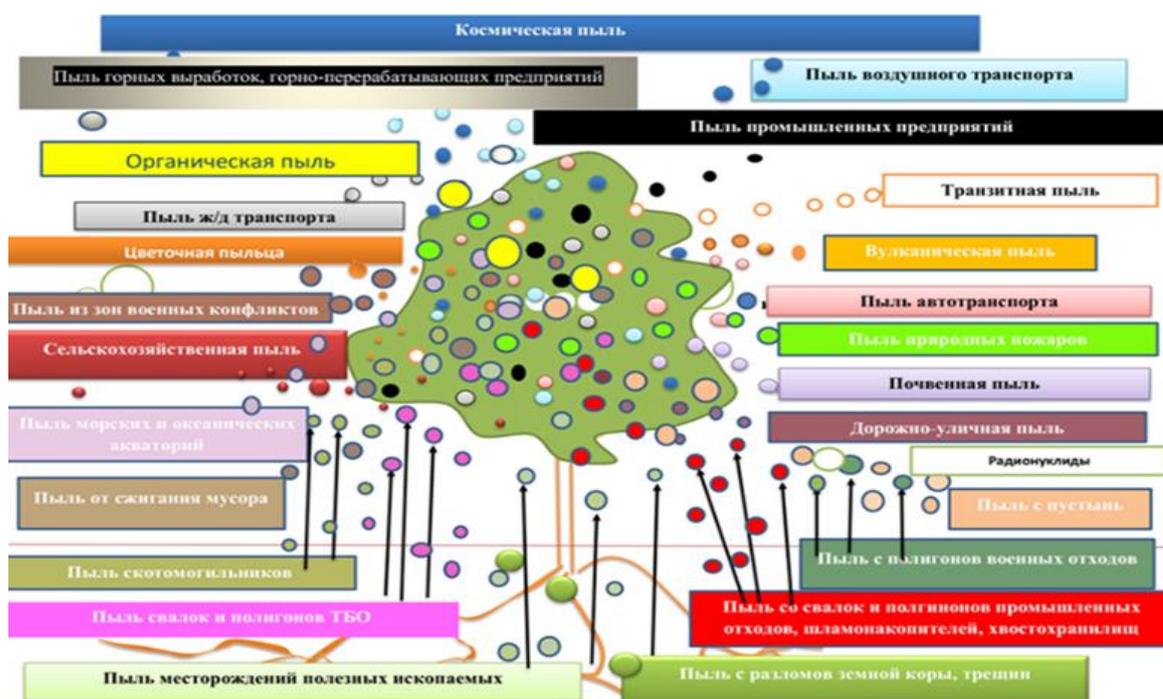


Рисунок 4 – Основные источники происхождения микрочастиц в населенных пунктах [159]

Проведенный комплексный анализ источников загрязнения было необходимо выполнить для более глубокого понимания того, какие возможные источники происхождения аэрозольных частиц могут быть в атмосферном воздухе населенных пунктов кроме антропогенного загрязнения, поставщиком которого является городское хозяйство.

При этом, литературный обзор, касаясь источников загрязнения атмосферного воздуха городских и сельских территорий позволил установить, что селитебные зоны населенных пунктов могут испытывать определенную нагрузку не только от работы городского хозяйства, но и нагрузку от

естественных источников, где природные аэрозоли могут быть неучтенными выбросами на территориях городских и сельских поселений и на которые недостаточно обращается внимания со стороны территориальных органов государственной власти, в том числе исследовательским сообществом. В связи с чем, в селитебных зонах населенных пунктов может присутствовать смешанный тип загрязнения (антропогенные и природные источники загрязнения).

#### 1.4 Выбор направления научного исследования

Выбор направления исследования исходил из формулировки проблемы, которая явилась совокупностью сложных теоретических и практических задач, охватывающих значительную область исследования, а ее решение значило бы актуально для общества и имело перспективное значение. Известно, что проблема обычно возникает тогда, когда на практике человек встречает трудности, противоречия.

Наиболее значимые и актуальные современные проблемы в нашем обществе, угрозы и др., на которые исследователям стоит обратить внимание, обозначены правительством РФ в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации в виде **больших вызовов для общества, государства, науки и были сформулированы** в виде *«возрастания антропогенных нагрузок на окружающую среду до масштабов, угрожающих воспроизводству природных ресурсов, и связанный с их неэффективным использованием рост рисков для жизни и здоровья граждан»* [9], о чем ранее было указано во введении.

В этой связи **Приоритетными и перспективными направлениями исследования**, согласно указанных Вызовов представляются:

- *«возможность эффективного ответа российского общества на большие вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий, социальных институтов на современном этапе глобального развития, в том числе применяя методы гуманитарных и социальных наук»* п. 20 пп. (ж) [9];

- «в долгосрочной перспективе особую актуальность приобретают исследования в области понимания процессов, происходящих в обществе и природе, развития природоподобных технологий, человеко-машинных систем, управления климатом и экосистемами» (п. 22) [9], о чем также было указано во Введении.

В связи с вышеизложенным, для подтверждения актуальности поднятых проблем на государственном уровне, заключенных в положениях указанной Стратегии, касаясь взаимосвязи загрязнения окружающей среды и рисков жизни, здоровья граждан, был выполнен анализ статистических данных тех заболеваний населения на региональном уровне (Волгоградская область), которые в структуре смертности занимают лидирующие положения (заболевания системы кровообращения, злокачественные новообразования), а также анализировалось загрязнение от региональных источников за 15 лет (2005-2019 гг.).

Региональными антропогенными источниками загрязнения являются различные виды хозяйственной деятельности [330].

На рисунке 5 представлен график выбросов загрязняющих веществ от региональных антропогенных источников за 15 лет с 2005 по 2019 гг.

Исходя из рисунка 5, объемы выбросы загрязняющих веществ от указанных источников за 15 лет уменьшились в 1,5 раза и это отчетливо можно увидеть на графике. Количество организаций в Волгоградской области за 15 лет также значительно уменьшилось, в том числе банкротами стали признаны многие крупные предприятия Волгоградской области, которые ранее оказывали существенную нагрузку на окружающую среду (см. Введение).

Соответственно экология в регионе должна улучшаться, что, несомненно, нашло бы отражение в повышении уровня здоровья населения, поскольку снижение уровня загрязнения воздуха способствует предотвращению развития сердечно-сосудистых заболеваний [331]. При сокращении загрязняющих веществ в воздухе происходит улучшение показателей заболеваемости сердечно-сосудистыми и другими заболеваниями, наблюдается снижение смертности, что устанавливается методами регрессионного анализа [332].

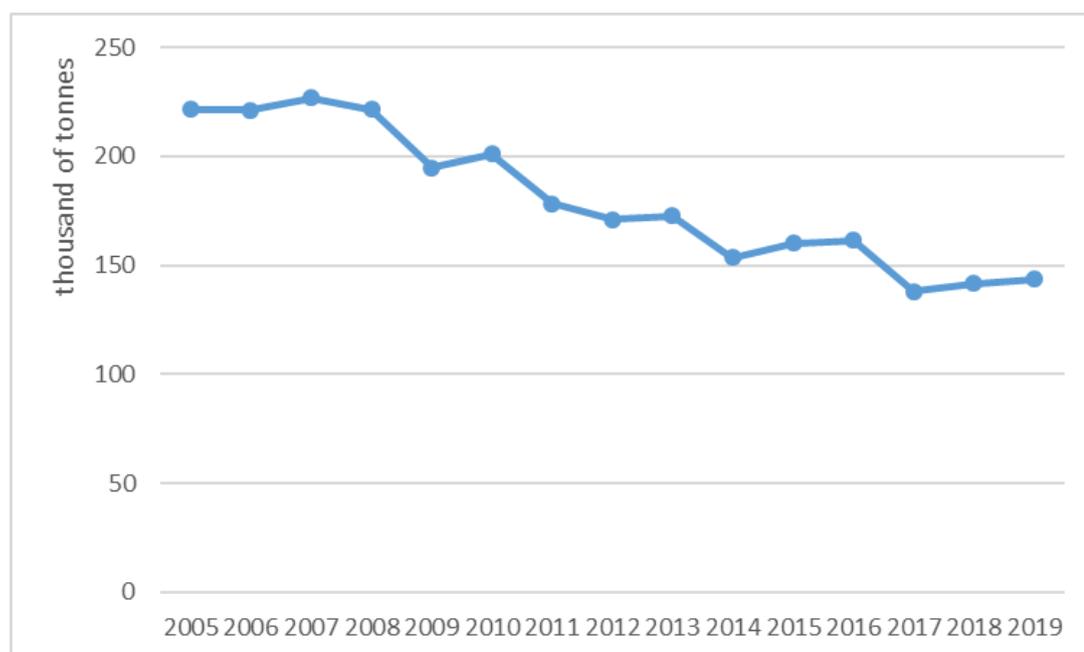


Рисунок 5 – Выбросы загрязняющих веществ (тыс. тонн)  
от региональных источников за 2005-2019 гг.

Однако статистические данные, например, по заболеваниям системы кровообращения среди больных, зарегистрированных с диагнозом, установленным впервые в жизни и статистические данные по количеству больных злокачественными новообразованиями, состоящих на учете в лечебно-профилактических учреждениях за 15 лет подтверждают в Волгоградской области обратное.

На рисунке 6 демонстрируется рост заболеваний системы кровообращения в 1,2 раза за 15 лет. При этом рост был не плавный, а скачкообразный, по злокачественным новообразованиям регистрируется их устойчивый рост в 1,6 раза.

В этой связи автором была произведена оценка зависимости количества больных злокачественными новообразованиями, состоящих на учете в лечебно-профилактических учреждениях и выбросами от стационарных и передвижных источников. На рисунке 7а отображена сильная обратная зависимость (отрицательная корреляция) между выбросами от региональных источников и количеством больных злокачественными новообразованиями, состоящих на учете в лечебно-профилактических учреждениях ( $R^2 = 0,9279$ ). На рисунке 7б показаны

графики средней зависимости между выбросами от региональных источников и данными по заболеваниям системы кровообращения среди зарегистрированных больных с диагнозом, установленным впервые в жизни ( $R^2 = 0,8839$ ).

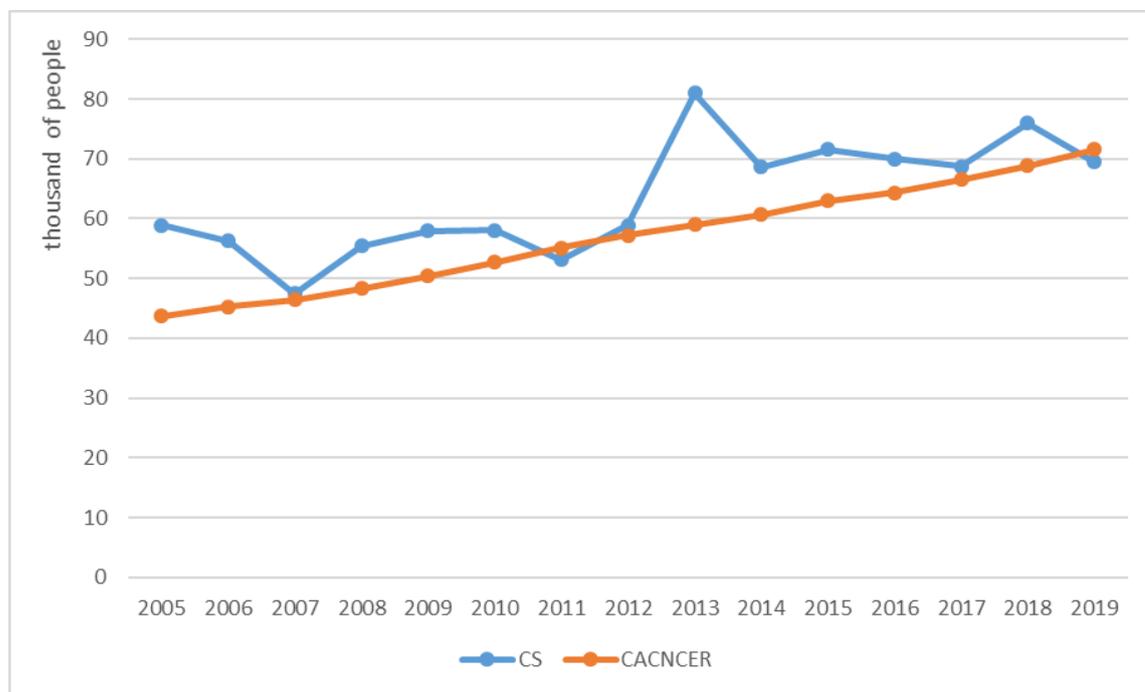


Рисунок 6 – Заболевания системы кровообращения среди больных, зарегистрированных с диагнозом, установленным впервые в жизни (цвет: синий) и данные по количеству больных злокачественными новообразованиями, состоящих на учете в лечебно-профилактических учреждениях (цвет: красный)

Установленная отрицательная корреляционная зависимость между заболеваниями и региональными выбросами свидетельствует о том, что в Волгоградской области официально установленные региональные источники загрязнения территорий не являются основным фактором, от которого происходит развитие указанных заболеваний, а именно злокачественных новообразований и заболеваний системы кровообращения, которые занимают там лидирующие позиции и от которых в первую очередь регистрируется смертность в регионе, а имеются неизвестные неучтенные выбросы в населенных пунктах Волгоградской области, которые являются активаторами указанных заболеваний.

Проанализированные источники загрязнения территорий с использованием аппарата математической статистики позволили выявить парадоксальную

ситуацию в Волгоградской области, которая выходит за рамки здоровой логики и существующих классических постулатов, когда на фоне снижения выбросов загрязнений от региональных источников, наблюдается рост заболеваемости населения по ряду болезней от которых в первую очередь регистрируется региональная смертность (заболевания системы кровообращения и злокачественные новообразования), что свидетельствует о выраженном противоречии и обнаруженной реальной проблеме, подлежащей немедленному решению.

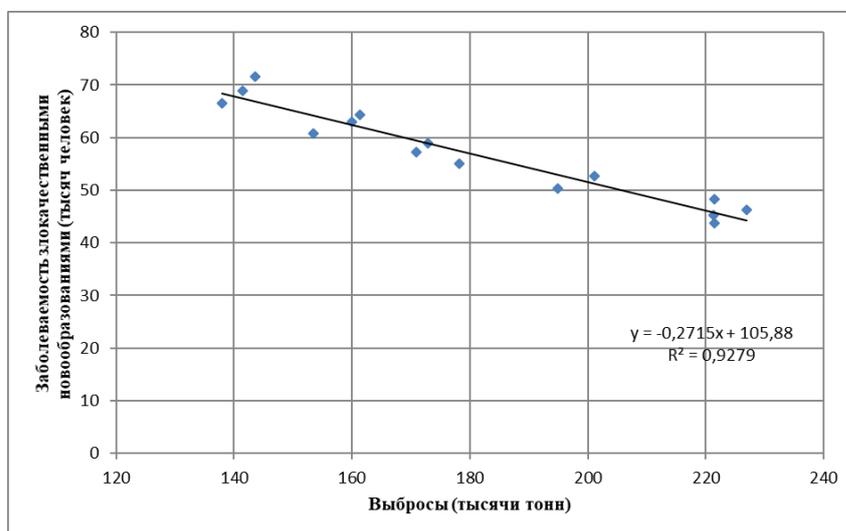
В связи с вышеизложенным, согласно п.6, п.8 указанного паспорта специальности, была сформулирована базисная проблема данной диссертационной работы с учетом выявленного противоречия, а именно: **проблема обеспечения экологической безопасности селитебных зон населенных пунктов в связи с ростом региональных заболеваний среди населения (система кровообращения, злокачественные новообразования) на фоне снижения антропогенной нагрузки со стороны установленных выбросов из региональных антропогенных источников, что сформировало ее предметную область** или суть проблемы и явилось одним из ее структурообразующих элементов.

Другими элементами в структуре проблемы были ее объект и субъект. Так, **объектом проблемы**, который определяет ее месторасположение явилась территория Волгоградской области. **Субъект проблемы** – это тот контингент, кто связан с проблемой. В данном случае субъектом проблемы выступало население Волгоградской области.

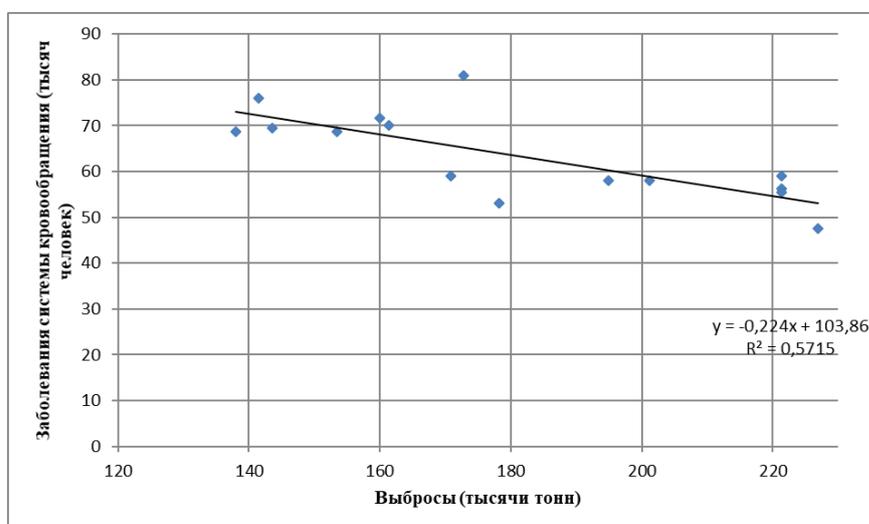
Сформулированная автором проблема характеризовалась причинно-следственными связями. Решение проблемы должно быть направлено на установление причин ее возникновения.

В большинстве случаев, загрязнение урбанистических территорий обычно соотносят с функционирующим городским хозяйством и риском развития определенных заболеваний среди населения. В Волгоградской области данный постулат не работает. Выявленная проблема может быть связана с какими-либо

неучтенными выбросами в регионе, которые возможно являются неизвестными скрытыми источниками загрязнения, что создает определенные экологические риски в урбосреде, оказывает негативное влияние на здоровье населения, выраженное в росте заболеваемости и др.



а



б

Рисунок 7 – Графики зависимости количества больных злокачественными новообразованиями, состоящих на учете в лечебно-профилактических учреждениях и объемами выбросов загрязнений от региональных источников (а) и графики средней зависимости между выбросами от региональных источников и данными по заболеваниям системы кровообращения среди зарегистрированных больных с диагнозом, установленным впервые в жизни (б)

Известно, что контроль за выбросами в регионе осуществляется системой государственного экологического мониторинга. При анализе ее географической сети, стационарных экологических постов, автором было выявлено, что не все селитебные зоны попадают в сферу их деятельности, а только те, где рядом с ними расположены крупные промышленные предприятия, транспортные системы и др., за которыми осуществляется контроль их потенциальных выбросов со стороны государственных экологических постов.

Также имеются другие селитебные зоны в населенных пунктах Волгоградской области, которые не контролируются экологическими постами, но в них периодически может складываться неблагоприятная окружающая среда, а системный экологический контроль отсутствовать, источники происхождения выбросов не ясны. Неконтролируемая должным образом окружающая среда селитебных зон населенных пунктов может создавать определенные экологические риски для населения, способствовать перманентному развитию различных заболеваний граждан.

**Основная цель решения проблемы** - это повышение эффективности государственного экологического мониторинга, внедрении новых подходов, разработки экономически выгодных новых технологий обследования экологического состояния территорий с целью максимального охвата тех селитебных зон, которые не попадают в сферу деятельности существующих экологических постов. В этой связи назрела потребность в разработке научных основ оперативного обследования экологического состояния территорий селитебных зон с установлением источников загрязнения.

Для разработки научных основ экологического мониторинга территорий селитебных зон был проведен глубокий анализ научной литературы по установлению крайне опасных загрязняющих веществ для человеческого организма, на которые требуется обратить внимание при организации наблюдений за состоянием окружающей среды. Такими опасными загрязнениями оказались аэрозоли, в особенности мелкодисперсные частицы ( $PM_{10}$ ) и их основные показатели (индикаторы или метрики), которые характеризуют аэрозольные частицы и

соответственно экологическое состояние окружающей среды. Установить наиболее эффективные аэрозольные показатели стало возможным при анализе обширного количества литературы отечественных и зарубежных авторов, которые производили оценку загрязнения окружающей среды, используя аэрозольные показатели, а именно: диаметр частиц ( $d_{\text{ч}}$ , мкм); количество частиц ( $N_{\text{ч}}$ , %); массовую долю частиц ( $D_{\text{ч}}$ , %); кислотность (рН); удельную электропроводность (ЕС, мкСм/см); общую минерализацию (TDS, мг/л)), токсичность.

Приведенные метрики в комплексном составе, базируясь на свойствах аэрозолей, могут предоставлять оперативную информацию о загрязнении селитебной зоны населенного пункта в условиях нагрузки промышленного сектора, автотранспорта и др., а именно тех территорий, которые не входят в сферу деятельности существующих государственных экологических постов.

При этом отбор аэрозолей, исходя из анализа также отечественной и зарубежной литературы, было принято решение осуществлять, используя зеленую инфраструктуру селитебных зон (листья растений, которые проявляют себя как эффективные пассивные проботборники аэрозольных частиц и мониторы качества окружающей среды).

В этой связи, понимая структуру насущной проблемы, ее актуальность - сформировался круг научных вопросов и небольшие научные задачи, из которых была определена **тема научного исследования**, явившаяся составной частью ранее обозначенной проблемы, а именно: **«Разработка научных основ экологического мониторинга территорий селитебных зон с использованием показателей аэрозолей»**.

Даная тематика входит в перечень критических технологий РФ (п. 19: «технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды ...»), согласно Указа Президента РФ от 07.07.2011 № 899, в приоритетные направления фундаментальных и поисковых научных исследований на 2021-2030 гг. (Распоряжение правительства РФ от 31.12.2020 № 3684-р) (см. Введение), а именно: мониторинг и контроль окружающей среды (1.4.3.2); экологическая диагностика территорий (1.5.10.4); аэрозоли (1.5.9.2.) и др. и

согласуется с п.24, п.36 **Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации** [9].

### **Выводы по главе 1**

1. Исследована ЕСГЭМ в Волгоградской области, где установлено, что не все селитебные зоны в населенных пунктах Волгоградской области попадают в сферу деятельности ЕГСЭМ, осуществляющих наблюдение за атмосферным воздухом.

2. Выявлен перечень загрязняющих веществ, определяемых экологическими постами в Волгоградской области, состоящий из мелкодисперсной пыли ( $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$ ); бензапирена; формальдегида, растворимых сульфатов, метилмеркаптана; хрома, меди, железа, марганца, никеля, свинца, цинка и др.

3. Определены наиболее опасные загрязняющие вещества для организма человека в населенных пунктах в виде аэрозольных частиц меньше 10 мкм на основе обзора литературных источников.

4. Выявлены группы исследователей, специализирующихся на научном изучении различных показателей аэрозольных частиц, отобранных преимущественно в зеленой инфраструктуре населенных пунктов различных стран мира.

5. Определены наиболее эффективные показатели аэрозолей для анализа качества окружающей среды.

6. Установлены возможные источники загрязнения атмосферного воздуха в населенных пунктах на основе анализа отечественных и зарубежных литературных источников.

7. Определено приоритетное и перспективное направление диссертационного исследования в рамках научно-технологического развития РФ.

8. Сформулирована базисная проблема диссертационного исследования и обозначена тема научного исследования.

## **Глава 2 Тестовые полигоны экологического мониторинга территорий с использованием показателей аэрозолей (на примере Волгоградской и Саратовской областей)**

Выявленные в 1 главе наиболее эффективные основные аэрозольные показатели, характеризующие экологическое состояние территории, были протестированы на некоторых земельных участках в Волгоградской и Саратовской областях с целью возможного их использования в разработке научных основ экологического мониторинга территорий селитебных зон населенных пунктов.

### **2.1 Тестовый полигон № 1 оценки загрязнения окружающей среды в селитебной зоне по аэрозольным показателям кислотности и удельной электропроводности**

Известно, что исследование кислых примесей, а также удельной электропроводности практикуется при мониторинге атмосферных осадков на государственном уровне и регламентируется нормативными документами (РД 52.04.878-2019) [47].

При этом, на тех территориях, где атмосферные осадки выпадают редко, целесообразно использовать зеленую инфраструктуру для отбора частиц (листовые пластинки растений) с целью приготовления суспензий из аэрозольных частиц на дистиллированной воде и дальнейшей оценке загрязнения окружающей среды.

В этой связи, автором был разработан соответствующий способ с использованием указанных показателей, запатентован (Патент № 2712945) [333] и протестирован на некоторых территориях Волгоградской области [334], в том числе в селитебной зоне рп Светлый Яр Светлоярского района Волгоградской области. Результаты исследования были опубликованы в 2021 г. в журнале 1 квартала за рубежом [335], других издательствах [336].

### ***Территории исследования:***

Поселок Светлый Яр расположен на докембрийской платформе в степной зоне в пределах Сарпинской низменности, которая является северо-западной частью Прикаспийской низменности на берегу реки Волги (рисунок А.1 Приложение А).

Климат данной местности - засушливый, континентальный. Летние дни – жаркие, снега бывает мало, относительно холодная зима. В течение года количество осадков распределяется следующим образом: в феврале выпадает наименьшее количество осадков (12 мм), а наибольшее количество осадков наблюдается летом в июле (32 мм) [337].

Поселок Светлый Яр расположен на берегу реки Волга, функционирующий в условиях техногенной нагрузки. В Светлом Яре находятся нефтеперерабатывающие и горнодобывающие (добыча бишофита) производства; заводы строительной индустрии; хлебопекарни; предприятия по производству мясных изделий; компании по изготовлению корпусной мебели и др.

В 30 км от поселка Светлый Яр было выбрано условно чистое место - это поселок Прибрежный (см. рисунок А.1 Приложение А), который также находится на берегу реки Волги. Рядом с поселком нет промышленных предприятий.

***Материалы и методы исследования.*** С листьев абрикосовых деревьев, используя *Prunus armeniaca L.*, отбирались аэрозольные частицы. Исследования проводились на двух территориях. Это селитебная зона пос. Светлый Яр (экспериментальная территория) и селитебная зона пос. Прибрежный (условно чистая зона). Отбор частиц осуществлялся осенью 2019 г.

В качестве одного образца автором использовалось 10 листовых пластинок, с учетом расчета их общей площади, которая должна была быть не меньше 150 см<sup>2</sup>, осуществлялось 5 повторов.

Площадь исследования листовой поверхности в селитебной зоне Светлого Яра в целом составила ориентировочно 4500 (см<sup>2</sup>).

В условно-чистой зоне (поселок Прибрежный) осуществлялся аналогичный отбор проб. Листья с абрикосовых деревьев отбирались

случайным образом. При этом для расчета площади листьев использовался графический редактор (Adobe Photoshop). Листья абрикосовых деревьев без черешков, которые были собраны, размещали в бумажные пакеты, затем их маркировали и осуществляли хранение при температуре окружающей среды. Аэрозольные суспензии приготавливались следующим образом: 10 шт. листьев погружали в стеклянный стакан, заполненный дистиллированной водой ( $V=100$  мл), перемешивали их в течение 2-3 минут. В результате получали аэрозольную суспензию. Данный вид отбор проб, в том числе приготовление суспензий из аэрозольных частиц соотносились с известными методиками [338, 339].

### **Статистический анализ**

Все статистические анализы были выполнены в R (версия 3.6.1, R Core Team 2020). Поскольку исходные аэрозольные суспензии с каждой территории (экспериментальная и (относительно) чистое место) были получены с достаточно больших земельных участков, то требовалось доказать, что распределение значений pH и удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) аэрозольных суспензий однородно внутри каждой территории. Такой анализ был проведен с помощью критерия Краскела-Уоллиса, который показал однородность выборок внутри исследуемых земельных участков. Таким образом, полученные наборы числовых значений объединялись и проводилось сравнение данных экспериментальной территории и (относительно) чистого места.

Оценка различий между значениями показателей (pH; ЕС, мкСм/см) аэрозольных суспензий из условно-чистой зоны и с экспериментальной территории проводилась по критерию Стьюдента, т.к. данные показали нормальное распределение.

Проверка на нормальность проводилась при использовании критерия Колмогорова-Смирнова в модификации Лиллефорса. Статистические гипотезы проверялись при  $\alpha = 0,05$

### **Исследование показателя кислотности (pH)**

**1. Исследование показателя кислотности (pH) аэрозольных суспензий в пос. Прибрежный Волгограда (условно чистая зона)**

Диаграммы размаха показателя кислотности (рН) для каждой точки исследования условно чистой зоны представлены на рисунке 8.

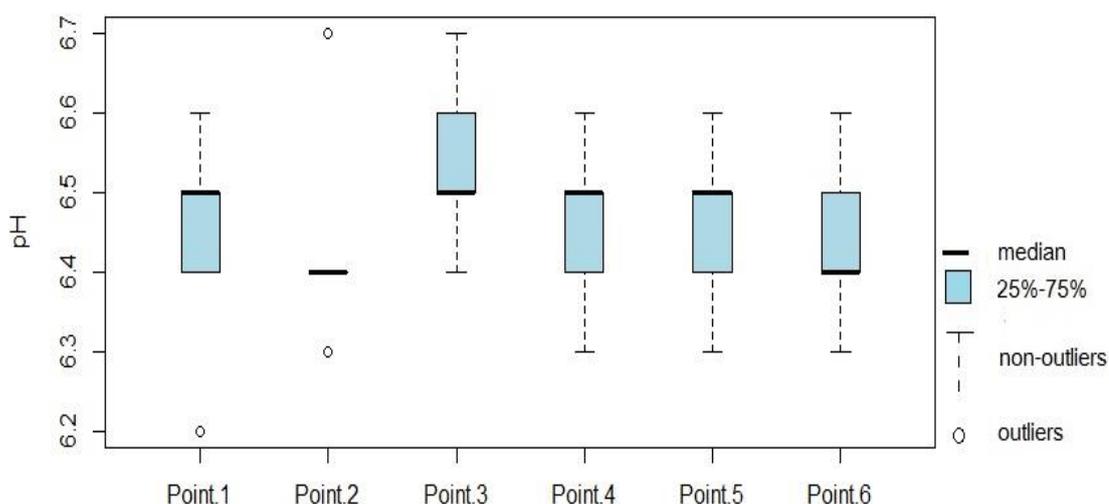


Рисунок 8 – Диаграммы размаха показателя кислотности (рН) для каждой точки исследования в условно чистой зоне пос. Прибрежный (Советский район, Волгоград), октябрь 2019 г.

Используя тест Колмогорова-Смирнова в модификации Лиллиефорса, проводилась проверка на нормальность полученных значений показателя кислотности, где обнаружено, что выявленные значения имеют нормальное распределение ( $D = 0.165$ ,  $P\text{-value} = 0.066$ ).

Полученные результаты исследования выборок по показателю кислотности (рН), которыми являются приготовленные аэрозольные суспензии из условно чистой зоны (пос. Прибрежный (Советский район, Волгоград)) в количестве 30 шт. анализировали на предмет однородности их выборочных дисперсий, проверяя гипотезу о равенстве генеральных дисперсий в осуществленном эксперименте. Проверка воспроизводимости эксперимента была выполнена с помощью теста Краскелла-Уоллиса. Гипотеза об однородности выборок была признана значимой:  $\chi^2 = 7,733$ ,  $P\text{-value} = 0,1986$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ . В этой связи, можно констатировать факт, что полученные выборки взяты из одной генеральной совокупности и поэтому автором объединялись в одну.

## 2. Исследование показателя кислотности (рН) аэрозольных суспензий в пос. Светлый Яр (Светлоярский район, Волгоградская область)

Диаграммы размаха показателя кислотности для каждой точки исследования селитебной зоны Светлого Яра показаны на рисунке 9.

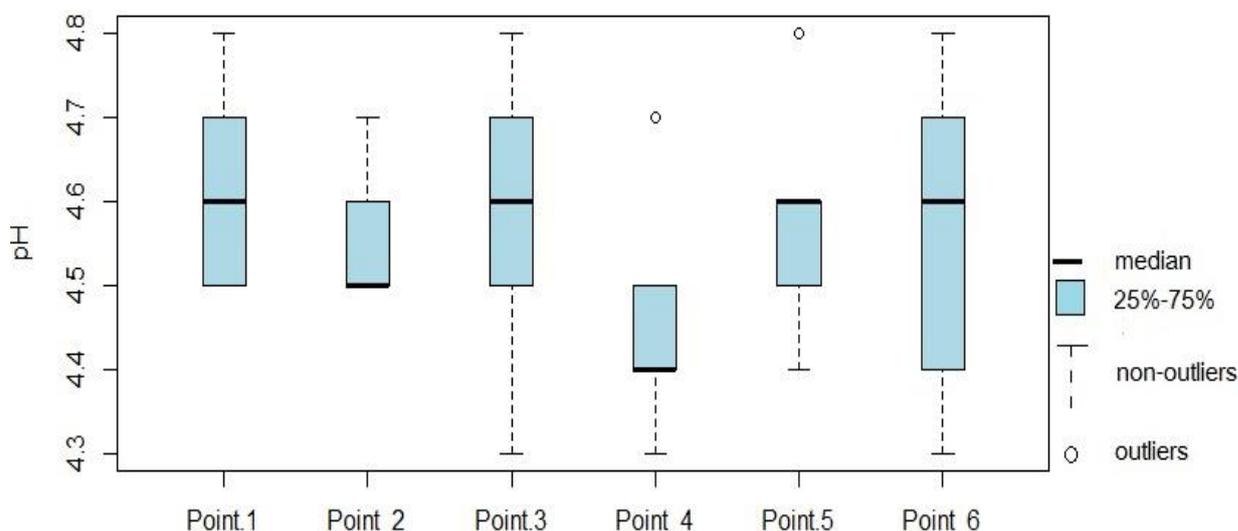


Рисунок 9 – Диаграмма размаха для каждой точки исследования показателя кислотности (рН) в селитебной зоне населенного пункта Светлый Яр, Волгоградская область (экспериментальная территория), октябрь 2019 г.

Проверка воспроизводимости эксперимента была выполнена с помощью теста Краскела-Уоллиса. Гипотеза об однородности выборок была признана значимой ( $\chi^2 = 3,18$ , P-value = 0,6719), где уровень значимости составлял:  $\alpha = 0,05$  [340].

Полученные значения имели нормальное распределение ( $D = 0,153$ , P-value = 0,07), что было доказано при использовании теста Колмогорова-Смирнова в модификации Лиллиефорса.

Сравнительный анализ выборок по показателю кислотности (рН) в условно чистой зоне и в селитебной зоне поселка Светлый Яр показал, что выборки имеют нормальное распределение, соответственно оценку различий двух распределений можно проводить как разность двух средних по критерию Стьюдента, что отражено в таблице Б.1 (Приложение Б). Разница средних была признана

значимой, поскольку расчетное значение критерия Стьюдента было установлено больше чем критическое.

Сравнения показателей кислотности аэрозольных суспензий в условно чистой зоне и в селитебной зоне Светлый Яр свидетельствовали о наличии кислых примесей в аэрозольных частицах атмосферного воздуха Светлый Яр.

### 3. Исследование показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) аэрозольных суспензий в поселке Прибрежный Волгограда (условно чистая зона)

На рисунке 10 представлены диаграммы размаха показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) в условно чистой зоне для каждой точки исследования.

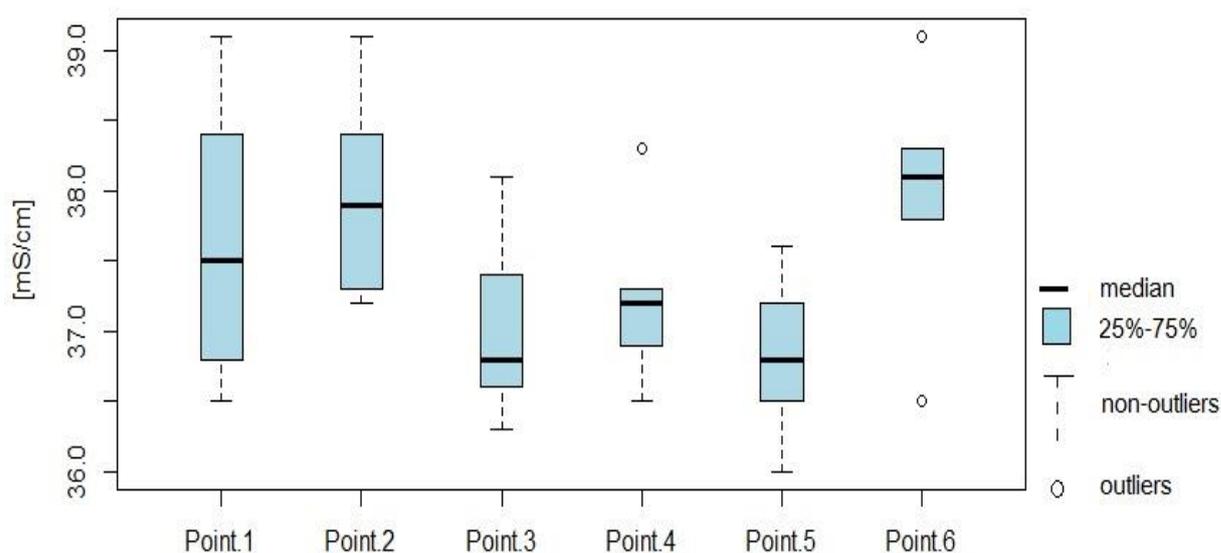


Рисунок 10 – Диаграммы размаха для каждой точки показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) исследования в условно чистой зоне пос. Прибрежный (Волгоград), октябрь 2019 г.

Значения показателя удельной электропроводности имели нормальное распределение:  $D = 0,104$ ;  $P\text{-value} = 0,5484$ , исходя из применения Тест Колмогорова-Смирнова в модификации Лиллиефорса.

Полученные результаты исследования выборок по показателю удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см), которыми являются приготовленные

аэрозольные суспензии из населенного пункта Светлый Яр, Советский район, г. Волгоград (экспериментальная территория) в количестве 30 шт. анализировали на предмет однородности их выборочных дисперсий, т.е. проверяли гипотезу о равенстве генеральных дисперсий в осуществленном эксперименте.

Проверка воспроизводимости эксперимента была выполнена с помощью теста Краскела-Уоллиса. Были полученные следующие значения:  $\chi^2 = 7,313$ , P-value = 0,1984. Данные значения демонстрируют, что гипотеза об однородности выборок может быть признана значимой, поэтому могут объединяться в одну группу, в связи с тем, что выборки взяты из одной генеральной совокупности.

#### **4. Исследование показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) аэрозольных суспензий в селитебной зоне пос. Светлый Яр (Волгоградская область), (экспериментальная территория)**

На рисунке 11 представлены диаграммы размаха показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) в условно чистой зоне для каждой точки исследования.

Проверка воспроизводимости полученных результатов показателя удельной электропроводности в эксперименте проводилась с помощью теста Краскела-Уоллиса. Гипотеза об однородности выборок была признана значимой на основании полученных значений:  $\chi^2 = 1,142$ , P-value = 0,95 ( $\alpha = 0,05$ ). Так, все выборки объединялись в одну группу, так как было доказано, что они взяты из одной генеральной совокупности.

Тест Колмогорова-Смирнова в модификации Лиллиефорса выявил нормальность распределения показателей удельной электропроводности: D = 0.132, P-value = 0.206.

Сравнительный анализ выборок по показателю удельной электропроводности в условно чистой зоне и в селитебной зоне поселка Светлый Яр показал, что выборки имеют нормальное распределение, соответственно оценку различий двух распределений можно проводить как разность двух средних по критерию Стьюдента, которые отражены в таблице Б.2 (Приложение Б). Разность средних признана значимой, так как расчетное значение критерия Стьюдента больше чем критическое.

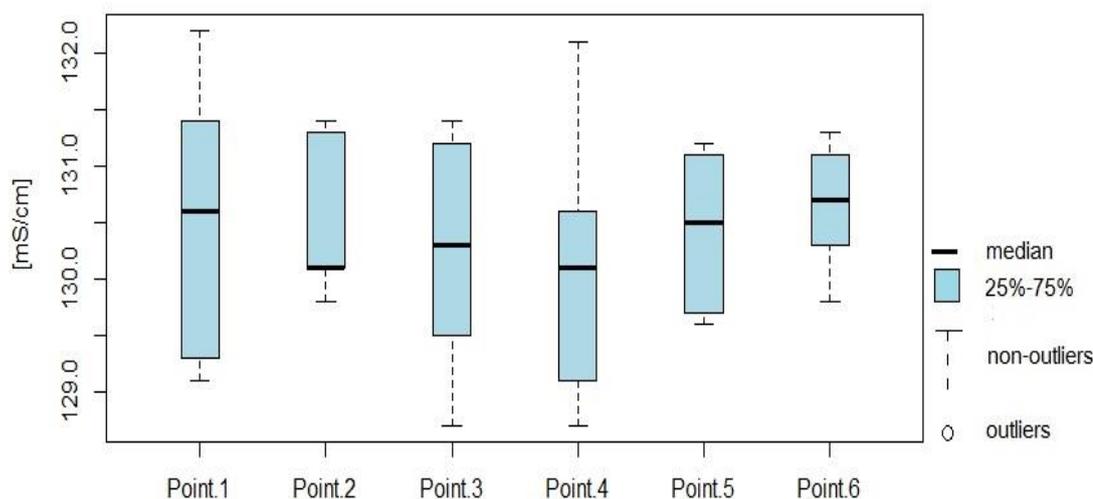


Рисунок 11 – Диаграмма размаха для каждой точки исследования показателя значений удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) аэрозольных суспензий в населенном пункте Светлый Яр, пос. Прибрежный (Советский район, Волгоград), октябрь 2019 г.

В соответствии с проведенным анализом значений показателей удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) и кислотности (рН) в таблицах Б.3-Б.6 (Приложение Б) приведены описательные статистики полученных данных результатов исследования. В таблице 2.1 демонстрируется сравнительная характеристика полученных данных результатов исследования по показателям рН и ЕС (мкСм/см), октябрь 2019 г.

Таблица 2.1 Сравнительная характеристика полученных данных результатов исследования по показателям рН и ЕС (мкСм/см), октябрь 2019 г.

Территории исследования	рН	ЕС, мкСм/см
Условно чистая зона	$6,46 \pm 0,02$	$37,61 \pm 0,19$
Светлый Яр	$4,56 \pm 0,02$	$130,41 \pm 0,17$

Проведенное исследование позволило выявить кислые ( $\text{pH}=4,56\pm 0,02$ ) и минерализованные ( $\text{ЕС}=130,41\pm 0,17$  (мкСм/см)) аэрозоли в населенном пункте Светлый Яр. При этом минерализация аэрозольных частиц, установленная в атмосферном воздухе Светлый Яр, была выше в 3,5 раза по сравнению с

селитебной зоной пос. Прибрежный, что могло создавать наряду с кислыми примесями определенные экологические риски для проживающего там населения, а территорию селитебной зоны считать загрязненной, согласно запатентованного способа [333].

Стоит отметить, что значения кислотности и удельной электропроводности, полученных суспензий из аэрозольных частиц осенью 2019 года были практически одинаковые во всей зеленой инфраструктуре на территории селитебной зоны Светлого Яра. Однако, если бы преобладала техногенная нагрузка, например, со стороны промышленных предприятий южной части города Волгограда, техногенных шламонакопителей и др., то тогда кислотность и высокая минерализация аэрозолей с учетом ветровых нагрузок неравномерно распределилась бы на листьях абрикосовых деревьев Светлого Яра. Наибольшие превышения значений показателей кислотности и удельной электропроводности фиксировались бы в исследуемых точках в западной части селитебной зоны Светлого Яра, исходя из ветровых нагрузок от антропогенных источников. Однако по факту эти значения аэрозольных показателей не отличались от других точек исследования аэрозолей в жилой зоне Светлого Яра. При этом скорость и роза ветров в городе Светлый Яр за весенне-летний сезон 2019 года была примерно одинаковой как со стороны предполагаемых антропогенных источников загрязнения (направления ветров: северо-западный (СЗ); западный (З); юго-западный (ЮЗ)), так и со стороны реки Волга, природного парка Волго-Ахтубинская пойма, со степной зоны и др. (направления ветров: восточный (В); юго-восточный (ЮВ); южный (Ю); северный (С); северо-восточный (СВ), то есть от предполагаемых природных источников загрязнения, которые по ветровой нагрузке были лишь с небольшим преобладанием (13,66%) (таблица 2.2).

Автор полагает, что аэрозоли, обнаруженные в зеленой инфраструктуре Светлый Яр – это смешанные эмиссионные продукты. С одной стороны загрязнения происходят из антропогенного источника - от промышленных предприятий нефтехимического комплекса южного промышленного узла города Волгограда и их техногенных отстойников, индустриального производства поселка Светлый Яр. С другой стороны, загрязнения могут поступать из

природных источников, на которые никто не обращает внимания и не исследует должным образом. Например, по мнению автора, кислотные аэрозоли в селитебной зоне Светлого Яра могли быть продуктами из скрытых, геоактивных структур, расположенных в окрестностях Светлого Яра, из которых перманентно в окружающую среду поступают загрязняющие вещества повышенной кислотности и минерализации.

В этой связи не исключено, что периодические залповые выбросы серосодержащих газов, в том числе аммиака, хлороводорода и др. в весенне-летний сезоны 2019 года в жилой зоне поселка Светлый Яр и его окрестностях являлись также природными загрязнениями, исходя из направления ветра и установленных дней выбросов газов [341] и могли происходить именно из скрытых геоактивных структур.

Таблица 2.2 Анализ ветровой нагрузки и скорости ветра за апрель-сентябрь 2019 г.\* (источник: \*\*)

Месяцы	Направление ветров от антропогенного источника: СЗ, З, ЮЗ		Направление ветров от природного источника: В, ЮВ, Ю, С, СВ	
	количество дней	средняя скорость ветра, м/с	количество дней	средняя скорость ветра, м/с
Апрель	5	1,4	25	2,6
Май	15	2,3	16	2,8
Июнь	9	2,2	21	2,5
Июль	20	1,1	10	2,1
Август	17	3,2	14	2,9
Сентябрь	13	3	17	2
Итого:	79	2,2	103	2,5

Примечания

\* 1 день в июле была безветренная погода.

\*\* данные по ветровой нагрузке и скорости ветра в пос. Светлый Яр за апрель-сентябрь 2019 г. (открытый источник: Волгоградский центр гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды).

Так, автором обнаружены следующие геоактивные структуры (рисунок В.1, Приложение В): «Светлоярский соляной купол» - геологическое образование, которое содержит каменную (поваренную) соль и магнезиальные соли (бишофит) [342, 343]; «Калмыцкая кольцевая структура», центр которой, ориентировочно, расположен между населенными пунктами Ергенинский и Чкаловский (республика Калмыкия), радиус этой структуры около 145 км [344]; кольцевая структура в окрестностях Светлого Яра [345]; многокилометровые тектонические разломы: русло реки Волга; разлом, проходящий перпендикулярно реке Волга, пересекая Светлоярский район в сторону Калмыкии и далее [346] и др. Указанные геоактивные структуры расположены вблизи Светлого Яра и как было отмечено выше, на древней докембрийской платформе, возраст которой более 3 млрд лет.

На ранних стадиях формирования поверхности Земли в исследуемом районе происходила мощная вулканическая деятельность [347], следы которой до сих пор отчетливо прослеживаются в Волгоградской области, в том числе, вблизи Светлого Яра. Это существующие в настоящее время многочисленные разломы земной коры, кольцевые структуры, соленые озера, минеральные воды и др.

Обнаруженные геоактивные структуры вблизи Светлого Яра по ряду признаков можно объединить в одно целое и трактовать как элементы мега-геологической структуры, которая представляет собой скрытую древнюю гигантскую подземную вулканическую область радиусом около 145 км и центром (очагом) подземного супервулкана, расположенного, в республике Калмыкия. Доказательством мега-геологической структуры или предполагаемого древнего геологического сооружения - подземного супервулкана может служить установленный там ранее советскими геологами гигантский кольцевой разлом, названный ими как «Калмыцкая кольцевая структура» с центром аномально повышенных тепловых потоков, зафиксированных в атмосферном воздухе, ориентировочно, между поселениями Ергенинский и Чкаловский при дистанционном изучении тепловых полей Земли в 90-х годах прошлого столетия, упомянутая выше [344].

Это может свидетельствовать об очаге скрытой древней вулканической области, поскольку известны исследования с использованием современного дистанционного теплового зондирования Земли по изучению и контролю как «спящих вулканов» [348-350], так и современных действующих вулканических областей: [351-354].

При этом известно, что гигантские кольцевые структуры радиусом от 30 км и более в прошлом представляли собой центры древней вулканической активности, которые подтверждены многочисленными исследованиями [355-357].

Наличие скрытых подземных вулканических областей гигантских масштабов впервые были выявлены советскими геологами [358] на территории СССР при дешифровании космических снимков, которые выражались на фото в виде кольцевых структур (рисунок В.2, Приложение В).

Кольцевые структуры, по мнению ряда авторов [359] являются «центрами вулканической деятельности», радиус которых может достигать до 300 км. Древние вулканы и их обширные вулканические области существовали на ранних этапах развития планеты, формируя в последующем региональный ландшафт Земли. А территория Волгоградской области располагается на очень древней платформе с фундаментом докембрийского возраста (!), которому миллиарды лет.

В связи с вышеизложенным, в упомянутую выше мега-геологическую калмыцкую структуру или древнюю гигантскую супер-вулканическую область, по мнению автора, может входить множество других геологических структур: кольцевых и линейных разломов, соляных диапиров и озер, месторождений полезных ископаемых и др., сформированных, в прошлом в результате поствулканической деятельности древних супер-вулканов на раннем развитии планеты [360]. Например, соляные диапиры, в данном случае, Светлоярская соляная структура, по версии некоторых исследователей, являются продуктами исключительно древней вулканической деятельности, что связано в прошлом с процессами соленакопления в результате выделений из расплавленной магмы и жидких рассолов вулканов [361]. Соляное озеро Плотинка вблизи Светлого Яра с повышенными концентрациями лития в водных растениях [362] – это продукты

деятельности в прошлом исключительно супервулканов [363]. При этом, в калмыцких степях содержание лития выше ПДК в подземных водах подтверждено современными исследованиями [364, 365]. Многокилометровый тектонический разлом, проходящий от р. Волга через предполагаемый центр подземного супервулкана между поселениями Ергенинский и Чкаловский (республика Калмыкия), может быть обычным следом от деятельности в прошлом Калмыцкого древнего супервулкана, поскольку известно, что вулканы на планете в результате своей активизации, посредством поднятия магмы и других вулканических процессов создавали подобные разломы [366, 367].

Известно, что древние вулканические области не являются по сути «спящими», а находятся всегда в полуактивном или активном состоянии [368], соответственно способны выбрасывать в атмосферу в результате своей жизнедеятельности естественные загрязняющие вещества в виде кислых газов и минеральных частиц, которые, вероятно, и были отслежены в аэрозолях в Светлом Яре, отобранных в зеленой инфраструктуре на листьях абрикосовых деревьев. При этом, природные загрязнения могли перманентно происходить через упомянутый тектонический разлом, соляной диапир, зоны трещиноватости и др. геологические структуры, которые расположены в рассматриваемой древней гигантской супер-вулканической области, в которую входит населенный пункт Светлый Яр Светлоярского района Волгоградской области в результате активной деятельности древнего подземного супервулкана.

В связи с вышеизложенным, кислотные минерализованные аэрозоли, обнаруженные в селитебной зоне Светлого Яра могут быть продуктами смешанных выбросов, часть которых – это кислые, минерализованные, природные химические соединения в виде эксгаляции их в окружающую среду из гигантской геоактивной структуры в степи - древней супер-вулканической зоны с включенными в нее геологическими элементами: Светлоярского соляного диапира, многочисленных разломов, зон трещиноватости и не исключено, в том числе, территорий пока неизвестных природных фабрик – это месторождений полезных ископаемых и др.

## **2.2 Тестовый полигон № 2 оценки экологического состояния территории условно чистой зоны с использованием показателя общей минерализации аэрозольных частиц**

Автором была подмечена способность растений при холодной или горячей водной экстракции без применения химических реагентов выделять в раствор различные химические элементы и их соединения [369-371]. Данный факт нашел широкое применение в медицине и в повседневной жизни человека с целью приготовления оздоровительных и лечебных настоев из трав, которые состоят из элементов и химических соединений, экстрагированных растениями. В этой связи, для контроля экологичности употребляемых травяных настоев человеком, осуществлялась оценка наличия в них тяжелых металлов, в том числе токсичных металлов [372-375] и др. В связи с чем, их исследования подтверждают факт того, что настои, приготовленные из трав, могут содержать химические элементы, которые растения получают из окружающей среды естественным путем в качестве питательных веществ и это может свидетельствовать о степени загрязненности территории, на которой они произрастали. Поэтому, в отношении качества и безопасности растительных материалов, собранных в различных экологических условиях, во всем мире растет интерес к мониторингу загрязняющих веществ в растениях, например: тяжелых металлов [376], канцерогенных веществ [377] и др. Таким образом, травяная настойка может быть лакмусом или контролером экологичности земельного участка, а количество твердых веществ в травяной настойке или их общая минерализация, которая выражается показателем - TDS, (мг/л) может являться своеобразным индикатором на загрязнение территории.

При этом широко известно применение указанного показателя (TDS, мг/л) для оценки экологической ситуации в атмосфере, гидросфере, литосфере с позиционированием рисков для экосистем и здоровья человека.

Так, применение показателя общей минерализации (TDS, мг/л) обнаруживается в изучении атмосферных осадков [378,379]. Установлено, что

среднее содержание растворенных твердых веществ для незагрязненного атмосферного воздуха характеризуется значениями 5,27 мг/л [380] или около 6,7 мг/л [381]. Наблюдается использование показателя общей минерализации (TDS, мг/л) при исследовании экологии почв [382, 383].

Большая же часть работ с применением показателя общей минерализации выявлено при исследовании гидросферы. Широко известно применение данного показателя в исследовании гидрогеологических систем, в частности, подземных вод в окрестностях бездействующих свалок, где интенсивность загрязнения подземных вод полигонов может быть четырех уровней: низкая загрязненность, где TDS = 400-3000 мг/л, умеренная загрязненность: (TDS = 3000-5000 (мг/л)), высокая загрязненность (TDS=5000-20000 (мг/л) и очень высокая загрязненность (TDS=20000-32000 мг/л) [384]. Моделируемые в лабораторных условиях растворы, имитирующие сточные воды угольных шахт разных концентраций твердых веществ тестируют с использованием *Ceriodaphnia dubia*, которая указывает на то, что при концентрации растворов, например, (TDS =5143 мг/л.) может быть нанесен значительный ущерб водной флоре и фауне, поскольку такие воды считаются для речных экосистем остро-токсичными; хронической токсичности считаются воды с общей минерализацией (TDS=1443-2331 мг/л) и др. [385]. При этом, в естественных условиях подземные воды имеют низкие значения показателя общей минерализации: TDS<200 мг/л [386]. Повышение общей минерализации в подземных или поверхностных водах обусловлено либо антропогенным загрязнением, либо природным. Так, в геодинамических зонах, например, в вулканических гидрогеологических системах значения показателя TDS >1000 мг/л [387], в природных горячих источниках достигает от 2694 до 2982 мг/л [388] др.

В связи с вышеизложенным, целесообразно применение показателя общей минерализации (TDS, мг/л) в исследовании травяных настоев для получения информации об экологической ситуации территорий. В этой связи был разработан способ оценки экологического состояния территории [389] с использованием показателя общей минерализации [389] и протестирован в Красноармейском районе Саратовской области.

Гипотеза исследования: земельный участок, отведенный для выращивания сельскохозяйственной продукции (пос. Ваулино, Саратовская область, Красноармейский район, Россия) и расположенный в лоне дикой природы, на котором ранее ничего не возделывалось, является территорией условно чистой зоны (гсп), что будет выражаться в низком содержании твердых веществ (общей минерализации) ( $TDS < 600$  мг/л.) травяных настоев, приготовленных из дикорастущих трав (*Artemisia austriaca*), произрастающих на этом земельном участке. Цель исследования: изучение показателя общей минерализации (TDS, мг/л) травяных настоек, приготовленных из *Artemisia austriaca*, произрастающих на территории земельного участка, отведенного под выращивание сельскохозяйственной продукции в условно чистой зоне (Саратовская область, Красноармейский район) в сравнении с соответствующим показателем травяных настоек, приготовленных из *Artemisia austriaca*, которые были отобраны на земельном участке с высокой антропогенной нагрузкой (к) вблизи пруда-испарителя «Большой Лиман» (г. Волжский (Волгоградская область)).

Площадь исследования каждого земельного участка составляла, ориентировочно, составляла 1 км<sup>2</sup>. Так, в Саратовской области территорией исследования был земельный участок, расположенный между пос. Ваулино (Vaulino village) и урочище Ушахино (до 1917 г. была деревня Ушахино) (Красноармейский район) (условно чистая зона) (рисунок Г.1, Приложение Г). Данный земельный участок выделялся под выращивание сельскохозяйственной продукции, ранее не обрабатывался.

Указанный земельный участок расположен в лоне дикой природы на Прикаспийской низменности докембрийской платформы, которой миллиарды лет, в 70 км к югу от города Саратова и в 8 км от г. Красноармейска - небольшого старинного города с населением в настоящее время более 22 000 человек. Город Красноармейск был основан в 1765 году как колония немецких переселенцев под названием Balzer. Исследуемый участок находится на территории в 204 м над уровнем моря. С северо-западной части его обрамляет березовая роща, рядом с ним бьют родники. Со стороны восточной и юго-восточной сторон нет никакой

антропогенной нагрузки, в том числе возделываемых сельскохозяйственных полей. Что касается юго-западной части, западной, северной части исследуемого земельного участка, то там располагаются только единичные возделываемые сельхозугодия, другая антропогенная нагрузка отсутствует. Рядом с этим участком расположен детский пионерский лагерь «Дубрава». Существующие постройки этого лагеря ранее входили в имение русского графа Олсуфьева Д. В. Северо-западная часть исследуемого земельного участка имеет минимальную техногенную нагрузку со стороны предприятий г. Красноармейска и его окрестностей, в котором функционируют небольшие промышленные производства: швейная, трикотажная фабрика; механический завод, предприятие по производству автомобильных автозапчастей, завод керамических строительных материалов и др.

Другой исследуемый земельный участок расположен в степной зоне Волгоградской области, вблизи действующего техногенного пруда-испарителя «Большой Лиман», содержащего отходы химических производств г. Волжского (Волгоградская область) (рисунок Г. 2, Приложение Г).

Объектами исследования явились дикорастущие растения степной зоны юга Саратовской области и Волгоградской области: *Artemisia austriaca*. Образцы растительного материала *Artemisia austriaca* отбирались в начале сентября 2018 года в сухую погоду по профилю, в кругах диаметром 10 м<sup>2</sup> каждые 50 м [390]. Так, в Саратовской области профиль был длиной 1500 м и был установлен перпендикулярно родникам на земельном участке, выделенном под выращивание сельскохозяйственной продукции (рисунок Г.3, Приложение Г).

В Волгоградской области профиль отбора проб растений был сформирован аналогичной длины (1500 м) и располагался он вблизи пруда-испарителя «Большой Лиман» (рисунок Г.4, Приложение Г).

Так, для отбора проб растительного материала, использовали растения, которые находились в хорошем состоянии (здоровые и свободные от вредителей, без видимых симптомов засухи), срезали их на высоте выше 5 см от поверхности почвы ножницами в чистых перчатках и укладывали в

бумажные пакеты. Собранные растения хранились при комнатной температуре 22 °С, относительной влажности 50–70 % в течение двух недель до проведения анализа, что предотвратило их гниение и позволило проанализировать все образцы как высушенный воздухом материал. Высушенные травы измельчали до размера не более 4 мм [391]. 1 проба составляла не менее 500-700 г растений *Artemisia austriaca* из каждого круга. Всего было получено 30 проб с земельного участка в Саратовской области (см. рисунок 18) и 30 проб с земельного участка в Волгоградской области (см. рисунок 19). Из 1 пробы, которая составляла 500-700 г растений было приготовлено 10 травяных настоек. Всего было приготовлено 300 травяных настоек из условно чистой зоны (Саратовская область) и 300 травяных настоек было приготовлено с земельного участка с антропогенной нагрузкой вблизи пруда-накопителя жидких химических отходов «Большой Лиман» (Волгоградская область), его восточной части.

Приготовление травяных настоев осуществлялось методом мацерации в некоторой его модификации [392]. Так, 1 травяная настойка представляла собой смесь высушенных при комнатной температуре трав (листья и стебли полыни (*Artemisia austriaca*)) массой 50 г, которые размещали в стеклянные емкости (400-500 мл) с добавлением 250 мл деионизированной воды (25 °С) и оставляли настаиваться. Указанное соотношение травы и растворителя (деионизированная вода) было выбрано 1:5 [393].

Было проведено два вида мацерации, которые различались между собой временем настаивания трав.

Мацерация № 1: Травяные настои готовили в течение нескольких минут при комнатной температуре [394] периодически перемешивая стеклянной палочкой для смыва твердых частиц из поверхностного слоя листьев и побегов полыни (*Artemisia austriaca*). По истечении указанного времени инфузии фильтровали через лабораторное металлическое сито с размером ячейки 100 мкм, получая травяной фильтрат (отфильтрованные через металлическое сито травы (измельченные листья и побеги (*Artemisia austriaca*)) и травяной настой (смыв

частиц с поверхностного слоя листьев и побегов полыни (пылевидные суспензии)). Приготовление пылевидных суспензий соотносилось с известными методиками [395]. Полученные пылевидные суспензии исследовали по показателю общей минерализации (TDS1, мг/л), который указывал на наличие или отсутствие твердых частиц в суспензии, поступивших в раствор из поверхностного слоя листьев и побегов растений и позиционировал преимущественно загрязнение атмосферного воздуха исследуемого земельного участка.

Мацерация № 2: Приготовленный травяной фильтрат (отфильтрованные через металлическое сито травы (измельченные листья и побеги (*Artemisia austriaca*)) (см. 1 способ мацерации) перемещали в чистые стеклянные емкости с добавлением новой порции 250 мл. деионизированной воды комнатной температуры с настаиванием растений (*Artemisia austriaca*) в течение 24 часов (по Alamgir A.N., 2017). После настаивания травяные настои исследовали второй раз по показателю общей минерализации (TDS2, мг/л), который указывал на наличие твердых частиц в травяной настойке и соответственно свидетельствовал в целом об экологии земельного участка (атмосферный воздух, почва), поскольку твердые частицы могли поступать в организм растений как из атмосферного воздуха через их устьица и др., так и из почвы через корневую систему растительного организма.

Исследование показателя содержания растворенных в воде веществ (TDS, мг/л) осуществлялось на оборудовании («Мультест»).

**Статистическая оценка результатов исследования по показателю общей минерализации (TDS, мг/л) травяных настоев (*Artemisia austriaca*) внутри исследуемых территорий (Волгоградская область: г. Волжский, земельный участок вблизи пруда-испарителя «Большой Лиман», восточная часть и Саратовская область: Красноармейский район, земельный участок между пос. Ваулино и урочище Ушахино) с использованием критерия Краскела-Уоллиса**

Результаты исследования представлены диаграммами на рисунке 12, которые отражают размахи значений показателя общей минерализации (TDS,

мг/л) травяных настоев (*Artemisia austriaca*): (мацерация №1) (TDS1, мг/л), (рисунок 12а) и (мацерация № 2) (TDS2, мг/л) (рисунок 12б).

Получены данные результатов по осуществленной проверке гипотезы об однородности измеренных значений по показателям общей минерализации травяных настоев ((TDS1, мг/л:  $N=28,44$ ;  $Df=29$ ;  $P\text{-value}=0,4945$ ), (мацерация №1) и (TDS2, мг/л:  $N=25,19$ ;  $Df=29$ ;  $P\text{-value}=0,6684$ ), (мацерация № 2)), приготовленных из растений (*Artemisia austriaca*), которые произрастали вблизи пруда-испарителя «Большой Лиман» (Волгоградская область).

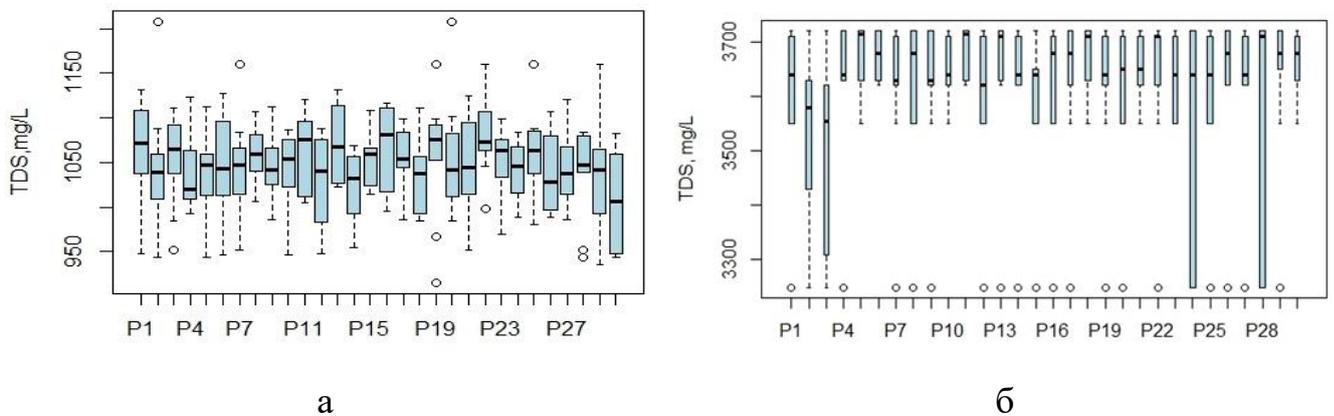


Рисунок 12 – Диаграммы размаха значений показателя общего растворенного остатка растительных настоев: (мацерация № 1) (TDS1, мг/л), (а) и (мацерация № 2) (TDS2, мг/л) (б) (земельный участок у Бол. Лимана, Волгоградская область), 2018 г.

На уровне значимости  $\alpha = 0,05$  исследуемые показатели (TDS1, мг/л; TDS2, мг/л) могут быть признаны однородными.

Результаты исследования представлены диаграммами на рисунке 13.

Рисунок 13а отражает размахи значений показателя общей минерализации (TDS, мг/л) травяных настоев (*Artemisia austriaca*): (мацерация № 1) (TDS1, мг/л) из Саратовской области.

Рисунок 13б демонстрирует размахи значений показателя общей минерализации (TDS, мг/л) травяных настоев (*Artemisia austriaca*): (мацерация № 2) (TDS2, мг/л) из Саратовской области.

Получены данные результатов по осуществленной проверке гипотезы об однородности измеренных значений по показателям общей минерализации травяных настоев ((TDS1, мг/л:  $H=33,642$ ;  $Df=29$ ;  $P\text{-value}=0,2526$ ), (мацерация №1) и (TDS2, мг/л:  $H=24,35$ ;  $Df=29$ ;  $P\text{-value}=0,7112$ ), (мацерация № 2)).

На уровне значимости  $\alpha = 0,05$  исследуемые показатели (TDS1, мг/л; TDS2, мг/л) могут быть признаны однородными.

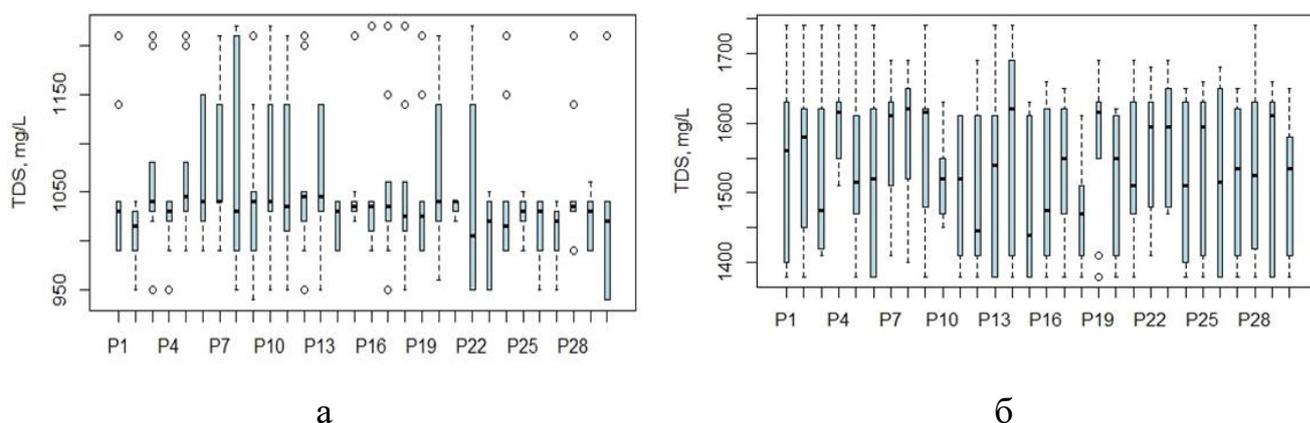


Рисунок 13 – Диаграммы диапазона значений показателя общей минерализации травяных настоев: (мацерация №1) (TDS1, мг/л), (а) и (мацерация №2) (TDS2, мг/л) (б) (земельный участок между пос. Ваулино и ур. Ушахино, Красноармейский район Саратовской области)), 2018 г.

**Статистическая оценка результатов исследования между показателями общей минерализации (TDS, мг/л) травяных настоев (*Artemisia austriaca*) ((земельный участок вблизи пруда-испарителя «Большой Лиман», восточная часть, Волгоградская область) и (земельный участок между пос. Ваулино и урочище Ушахино, Красноармейский район, Саратовская область)) с использованием критерия Т-Вилкоксона**

Данные значений показателей общей минерализации (TDS, мг/л) травяных настоев, приготовленных из трав (*Artemisia austriaca*), произраставших на территории восточной части пруда-испарителя «Большой Лиман» (г. Волжский, Волгоградская область)) и на территории условно чистой зоны (земельный участок между пос. Ваулино и урочищем Ушахино (Красноармейский район,

Саратовская область)) анализировались между собой и отражены на графиках в виде диаграмм размаха значений (рисунок Д.1, Приложение Д).

Проверка гипотезы о статистически значимых различиях показателей общей минерализации (TDS, мг/л) травяных настоев между двумя выборками с двумя видами мацераций представлены в таблице 2.3.

Была доказана статистическая незначимость различий между значениями показателей общей минерализации травяных настоев, приготовленных из растений, выращенных на территории вблизи пруда-испарителя «Большой Лиман» (Волгоградская область) ( $TDS1_k$ , мг/л) и условно чистой зоны (Саратовская область) ( $TDS1_{учз}$ , мг/л) при уровне значимости  $\alpha=0,05$ .

Таблица 2.3 Результаты проверки гипотезы о статистически значимых различиях между значениями показателей общей минерализации (TDS, мг/л) травяных настоев с применением критерия Т-Вилкоксона

Показатели травяных настоев (TDS, мг/л)	Виды мацерации	W	P-value
$TDS1_k/TDS1_{учз}$	мацерация № 1	52 777	0,0534
$TDS2_k/TDS2_{учз}$	мацерация № 2	25 600	$<2,2 \cdot 10^{-16}$

Данный способ настаивания осуществлялся при температуре 25°C, время: 1 минута. Это был, в основном, смыв пылевидных частиц с листьев и побегов полыни. Статистическая незначимость различий исследуемых показателей (TDS1) отражала примерно одинаковую минерализацию аэрозольных частиц в атмосферном воздухе условно чистой зоны (Саратовская область) и территории с техногенной нагрузкой (Волгоградская область).

При этом, используя способ настаивания трав в течение 24 часов и температуре 25°C. была доказана статистическая значимость различий между значениями показателей общей минерализации травяных настоев, приготовленных из растений, выращенных на территории вблизи пруда-испарителя «Большой Лиман» (Волгоградская область) ( $TDS2_k$ , мг/л) и условно

чистой зоны (Саратовская область) ( $TDS_{2_{учз}}$ , мг/л) на уровне значимости  $\alpha=0,05$ . Однако статистическая значимость различий исследуемых показателей была небольшая – в 2 раза и она отражала в целом экологию земельного участка.

В процессе обработки полученных результатов обнаружены высокие значения показателей общей минерализации ( $TDS_1$ , мг/л) травяных настоев (мацерация № 1), которые отражают наличие минеральных примесей в атмосферном воздухе исследуемых земельных участков, которые были обнаружены в настоях (1 минута) в результате перехода твердых частиц из поверхностного слоя листьев и стеблей полыни (*Artemisia austriaca*) в дистиллированную воду в результате их перемешивания. Полученные данные свидетельствуют о том, что средние значения показателя общей минерализации травяных настоек из условно чистой зоны (Саратовская область) ( $TDS_{1_{учз}}=1038,81\pm 3,71$ (мг/л)), характеризующие загрязнение атмосферного воздуха не отличаются от средних значений этого показателя травяных настоек с земельного участка с техногенной нагрузкой (Волгоградская область) ( $TDS_{1_k}=1043,89\pm 2,71$  (мг/л)). Установлено, что значения показателей ( $TDS_{1_{гсп}}$ , мг/л;  $TDS_{1_k}$ , мг/л) были в 155 раз выше по сравнению со средне-годовым содержанием растворенных твердых веществ (TDS, мг/л), характерных в целом для не загрязненного атмосферного воздуха (6,7 мг/л) [381]. Обнаруженные аномально высокие значения общей минерализации атмосферного воздуха ( $TDS_{1_k}$ , мг/л) на земельном участке с техногенной нагрузкой можно объяснить испарениями химических веществ из пруда-испарителя «Большой Лиман» техногенных отходов, а также действием антропогенной нагрузки со стороны промзоны г. Волжского (Волгоградская область). Что касается высоких значений общей минерализации травяных настоев, приготовленных из трав, произрастающих на земельном участке расположенным между пос. Ваулино и урочищем Ушахино (Красноармейский район, Саратовская область), то сложившаяся ситуация может свидетельствовать о загрязняющих веществах трансграничного эффекта или действии неизвестного природного фактора, который может выражаться, например, выбросами природных химических соединений из геодинамической структуры.

Показатель общей минерализации ( $TDS_2$ , мг/л) позиционирует количество твердых частиц в травяных настоях (мацерация № 2), которые поступили в дистиллированную воду из внутреннего содержимого (клеток, тканей и др.) листьев и побегов полыни (*Artemisia austriaca*) при настаивании их в течение 24 часов.

Поступившие в раствор за сутки твердые частицы свидетельствуют об экологии окружающей среды того земельного участка, на котором произрастали отобранные растения (*Artemisia austriaca*). Если обратить внимание на показатель общей минерализации травяных настоев ( $TDS_{2к}=3614\pm 19,79$  (мг/л)), приготовленных из *Artemisia austriaca* и произраставших вблизи пруда-испарителя «Большой Лиман», то они только в 2 раза были выше по сравнению с аналогичным показателем из условно чистой зоны ( $TDS_{2учз}=1522,19\pm 5,82$  (мг/л)) (Саратовская область). Это дает основание полагать, с одной стороны, о действии техногенной нагрузки от пруда-испарителя «Большой Лиман» на исследуемый земельный участок в его восточной части, земля которого пропитана испаряющимися из него загрязняющими веществами, а также антропогенной нагрузкой со стороны г. Волжского (Волгоградская область). С другой стороны, выявленная высокая минерализация в травяных настоях из *Artemisia austriaca* в условно чистой зоне может быть объяснена в пользу действия природного фактора, который может представлять собой геодинамическую зону, расположенную в основании исследуемого земельного участка между пос. Ваулино и урочищем Ушахино (Красноармейский район, Волгоградская область).

Известно, что геодинамические структуры Земли характеризуются выбросами веществ из геологических структур - скрытых месторождений полезных ископаемых, разломов, рифтовых зон, вулканических областей и др. в связи с поступлением в окружающую среду, в том числе, в растительные сообщества, водные источники и другие среды природных химических соединений в дозах, превышающих кларковые значения, предельно-допустимые концентрации веществ и др. и создающие повышенную общую минерализацию, ярко выраженные аномалии химических элементов в окружающей среде.

В этой связи, для подтверждения наличия возможной геодинамической зоны в основании исследуемого земельного участка в Саратовской области, авторами были изучены также пробы воды из природных источников, которые находятся рядом с земельным участком между пос. Ваулино и урочище Ушахино, что может являться одним из основных доказательств действия природного фактора, если в пробах природной воды окажутся аномальные значения некоторых химических элементов.

Так, были отобраны пробы воды из природных источников: родника и небольшого озера, которые расположены в северо-восточной части исследуемого земельного участка (Красноармейский район, Саратовская область) с целью возможного выявления в поверхностных водах (озере) и в роднике (источник разгрузки подземных вод) химических соединений повышенных концентраций для доказательства наличия в основании исследуемого земельного участка или его окрестностях геодинамической зоны. Место отбора проб из природных источников показано на рисунке Д.2 (Приложение Д).

Полученные значения элементного состава природных вод из указанных источников свидетельствуют об аномальных значениях, содержащихся в них химических элементов, что может быть свойственно, например, для термальных вод вулканических областей. В связи с чем, авторами было проведено сравнение химического состава вод из природных источников вблизи исследуемого земельного участка в Саратовской области с химическим составом термальных вод известных вулканических областей, в том числе, с разным временным диапазоном извержения вулканов: миллионы лет тому назад, тысячи лет тому назад и десять лет тому назад. Сравнительная характеристика значений химических элементов природных вод в Саратовской области и термальных вод известных вулканических областей разного времени извержения вулканов (термальные воды с острова Сардиния (Италия) [397-400], Ирана [401], России (Камчатка) [402]) отражены в Приложении Ж.

Сравнение содержания химических элементов в исследованных природных источниках в Саратовской области с известными геотермальными водами

вулканических областей свидетельствует о том, что по содержанию химических элементов саратовские водные источники близки к термальным водам активной вулканической зоны Мутновского вулкана (Камчатка, Россия). При этом содержание некоторых элементов в саратовских источниках превосходят аналогичные химические элементы известных вулканических зон в десятки тысяч раз. Например, меди (Cu) в саратовских источниках больше в 15 250 раз по сравнению с итальянскими термами (Логодуоро) и в 6100 раз больше в сравнении с Сабаланской вулканической зоной (Иран). При этом в 5-14 раза больше меди (Cu) в саратовских источниках по сравнению с камчатской вулканической зоной (Мутновский вулкан, Россия: поровая вода серных фумарол). По бария (Ba) в 12 600 раз больше в саратовских источниках в сравнении с Сабаланскими термальными водами (Иран) и в 300 раз выше по сравнению с источниками Логодуоро (Италия), а по сравнению с Мутновскими термальными источниками (Камчатка, Россия), то в них бария меньше в 210 раз по сравнению с природными источниками саратовской природной воды. Также, обнаружены аномально высокие значения по марганцу (Mn) в саратовских водах - в 3552 раза по сравнению с вулканической зоной Сабалан (Иран) и в 2572 раза больше по сравнению с термальными вулканическими зонами (Логодуоро, о-в Сардиния, Италия), а в сравнении с камчатской вулканической зоной (Мутновский вулкан: поровая вода серных фумарол), то марганца (Mn) в 140 раз больше в саратовских источниках. По никелю (Ni) - в 18 467 раз больше в саратовских источниках, чем в термальных источниках Логодуоро (Италия) и в 29-50 раз больше в вулканических водах Мутновского вулкана (Камчатка, Россия) по сравнению с саратовскими источниками. Железа больше в 3029 раз и в 1070 раз в саратовских водах по сравнению соответственно с другими вулканическими областями: Логодуоро (Италия) и Сабалан (Иран). В Мутновских вулканических водах железа больше в 21 раз по сравнению с саратовскими источниками. Что касается редкоземельных металлов, то установлен также ряд превышений в саратовских источниках в 2-32 раза больше, например, по лантану (La); в 1.5-19 раз выше по церию (Ce); в 6 раз по самарию (Sm) и празеодиму (Pr) по сравнению с поровой

водой термальных источников Мутновского вулкана и др. Обращает на себя внимание факт того, что некоторые химические элементы из саратовских водных источников в сравнении с нормативами [403] имеют аномальные превышения значений, например, по марганцу (Mn) - в 14 924 раза, по железу – в 8278 раза, по барию (Ba) - в 180 раз, по никелю (Ni) - в 79 раз и др.

Выявленные аномалии по общему содержанию минеральных веществ в окружающей среде исследуемого земельного участка в Саратовской области и аномалии химических соединений в местных, водных природных источниках Саратовской области северо-восточной части исследуемого земельного участка могут свидетельствовать о существующей в его основании мощной геодинамической зоны.

Эта зона, по мнению автора, может представлять собой подземную древнюю вулканическую область на докембрийской платформе и являться аналогом современных активных вулканов. Поскольку недавно, подобные подземные древние вулканические области, стали выявляться друг за другом в различных странах мира [404, 405]. Также, в пользу существующей подземной древней вулканической зоны в Саратовской области может быть редкий элемент - литий (Li), обнаруженный в указанных природных водных источниках высокого содержания как продукт деятельности древних супервулканов [406]. В пользу версии подземной древней вулканической зоны могут свидетельствовать также аномальные значения содержания серы (14319,9 мг/л) в природных водных источниках северо-восточной части исследуемого земельного участка. Поскольку известно, что сера в основном встречается в фумарольных зонах вулканов [407], в связи с чем, является продуктом в большинстве случаев вулканического происхождения [408, 409].

Поэтому не исключено, что исследуемый земельный участок в Саратовской области входит в скрытую область древнего подземного вулкана, из которой вытекают высокоминерализованные воды с аномальным содержанием химических элементов, в том числе, токсичных и канцерогенных (Mn, Ni и др.), а окружающая среда наполнена аномальным содержанием минеральных веществ, что может

являться отражением общей активности древней вулканической зоны в настоящее время.

Следует отметить, что высокоминерализованные, химически агрессивные воды встречаются также в местах расположения кимберлитовых трубок [410]. Кимберлитовые трубки считаются продуктами древних вулканических областей [411, 412]. На основании анализа земельного участка (Саратовская область) по спутниковой программе «Google Earth» видно, что он является частью неизвестной кольцевой структуры диаметром около 2-2,5 км (рисунок И.1, Приложение И). По мнению автора, кимберлитовая трубка может быть продуктом деятельности древней подземной вулканической зоны на существующей докембрийской платформе, возраст которой составляет миллиарды лет и хорошо известной в прошлом массовыми эксплозивными извержениями вулканов [413].

Соответственно, первоначально образовавшиеся магматические очаги различных областей планеты не могли исчезнуть несколько позже. По мнению авторов, они все еще находятся в активной или полуактивной форме. Скрытые древние вулканические зоны могут перекрываться осадочным чехлом. Свидетельством деятельности подземных древних вулканических зон являются некоторые индикаторы окружающей среды. Это ювенильные и высокоминерализованные воды, серные источники и высокоминерализованная среда. Эти показатели были обнаружены авторами на исследуемом участке и его окраине (Красноармейский район (Саратовская область)).

Предлагаемая погребенная древняя вулканическая зона на спутниковой карте имеет кольцевой разлом ( $d=50 \times 38$  км) (рисунок И.2, Приложение И). Этот кольцевой разлом похож на другие кольцевые разломы, свойственные известным вулканическим зонам, где их диаметр составляет десятки и сотни километров.

Например, вулкан «Los Hornos» (Мексика) имеет кальдеру диаметром  $21 \times 15$  км. В прошлом, на протяжении последних 100 000 лет, этот вулкан был источником многочисленных взрывных извержений [414]. В южной части его кальдеры находятся фумаролы и залежи серы. Кольцевой разлом этого вулкана показан на рисунке К.1 (Приложение К).

Вулкан «Newberry» (США) — тоже древний вулкан. Его размеры составляют примерно 60 км на 30 км с севера на юг и с востока на запад соответственно. Вулкан занимает площадь около 1300 км<sup>2</sup>. В голоцене Newberry испытал многочисленные извержения андезибазальтов и риолитов [415]. Кольцевой разлом этого вулкана показан на рисунке К.2 (Приложение К).

В северо-западной части Тихого океана обнаружен огромный подводный мезозойский вулкан «ТАМУ» [416]. Он занимает гигантскую площадь: 450 × 650 км [417]. Стоит отметить, что кольцевые структуры древних вулканов изучаются с помощью спутниковых программ не только на Земле, но и на других планетах.

Например, на Луне выявлены кольцевые разломы диаметром от 100 м до 300 км. Многие из них представляют собой вулканические кратеры [418] и щитовые вулканы возрастом 3,5 млрд лет [419]. На Марсе также обнаружены вулканы диаметром от 50 до 100 км и возрастом более 4 млрд лет [420]. На Венере был идентифицирован вулкан ( $d = 600$  км) [421] и тысячи древних кольцевых геологических образований [422]. Эти факты свидетельствуют о единстве развития планет. Если древние вулканические зоны обнаруживаются учеными на других планетах: Марсе, Луне, Венере, то имеет смысл искать погребенные древние вулканические зоны и на Земле, в том числе под населенными пунктами и их окрестностями.

Поскольку работа была посвящена изучению показателя общей минерализации в настоях трав полыни австрийской, произрастающей на участке, расположенном между деревней Ваулино и урочищем Ушахино (Красноармейский район, Саратовская область, Россия), то исследованный земельный участок сельскохозяйственного назначения не соответствует статусу условно чистой зоны, несмотря на то, что находится в лоне дикой природы. Установленные высокие значения показателя общей минерализации в настоях трав полыни австрийской свидетельствует о загрязнении окружающей среды земельного участка. Автором выдвинуто предположение о естественном загрязнении земельного участка, которое может исходить из скрытых геодинамических областей Земли.

Выделение геодинамических зон в основании современных муниципальных образований – новое явление и новый тренд, которые требуют пристального внимания со стороны исследователей и надлежащего контроля со стороны государственных экологических служб в связи с возможными рисками для населения. Риски могут быть связаны, с одной стороны, с выходом природных химических соединений из геодинамических зон в окружающую среду населенных пунктов, где они смешиваются с антропогенными выбросами и являются с ними неразличимы. В этой связи, природное загрязнение должным образом не контролируется государственными природоохранными службами. С другой стороны, природные химические соединения могут поступать в организм человека из окружающей среды, например, с продуктами растениеводства, если геодинамические зоны расположены на базе муниципальных образований или их окрестностей.

### **2.3 Тестовый полигон № 3 оценки токсичности атмосферного воздуха в селитебной зоне по показателю развития тест-объектов**

Атмосферный воздух городских и сельских поселений образован из разнообразных загрязняющих веществ, где наибольшую опасность представляют вещества-токсиканты, которые находятся в аэрозольных частицах. В этой связи, исследование токсикантов в селитебных зонах является актуальной темой исследования для оценки экологической ситуации.

Так, продукты сгорания древесины, нефтепродуктов, угля наполняют атмосферу, например, полициклическими ароматическими углеводородами, способными активизировать в организме канцерогенные процессы; растворители, пластификаторы из окружающей среды могут вызвать различные заболевания [423]. Металлургические комбинаты, например, свинцово-цинковые заводы, как установлено, могут вносить наибольший вклад в индекс токсичности городской среды [424]. Авиационные смазочные масла, гидравлические жидкости

загрязняют окружающую среду сложными фосфорорганическими соединениями [425]. Транспортные средства, используя вольфрам, создают условия накопления его в окружающей среде населенных пунктов, что создает определенные риски для урбанистических территорий [426]. В разных средах могут встречаться токсиканты, как, например, в городской среде [427], так и в заповедных зонах [428], что свидетельствует или о транзитных перемещениях химических соединений из антропогенных источников или их дегазация из природных источников.

Установлено, что достаточно большое количество токсичных элементов может находиться в мелкодисперсной пыли и способствовать развитию «цитотоксичности и генотоксичности» организма человека [429], мутагенности [430], приводить к преждевременной смерти [431].

При этом в последнее время обращается большое внимание на риски, связанные с воздействием металлов на нервную систему и проблем здоровья человека [432].

Основная цель проводимого исследования заключалась в оценке токсичности суспензий из аэрозольных частиц, отобранных в селитебной зоне пос. Киляковка при использовании тест-объектов (семена кресс-салата (*Lepidium sativum*)), результаты исследований были опубликованы в профильном журнале [433].

Исследовательским материалом были аэрозольные суспензии, приготовленные из частиц, отобранных с листьев ивы белой (*Salix alba L.*) и дистиллированной воды. Тестирование осуществлялось на семенах кресс-салата (*Lepidium sativum*). Установление токсикантов в аэрозольных суспензиях и оценки токсичности атмосферного воздуха было, согласно запатентованного способа [434].

Экспериментальной территорией (Э) при оценке токсикантов в атмосферном воздухе была выбрана селитебная зона пос. Киляковка (Волгоградская область, Среднеахтубинский район), расположенная на берегу р. Ахтуба (рисунок Л.1, Приложение Л), где ранее установлено было загрязнение из природных источников [435, 436].

Для сравнения была избрана условно-чистая селитебная зона (контрольная (К)) на берегу р. Волга (г. Волгоград, пос. «Прибрежный») (рисунок Л.2, Приложение Л).

Токсичность атмосферного воздуха на обеих территориях определялась в несколько стадий.

Стадия №1: сбор листьев с ивы белой (*Salix alba L.*): по 10 листьев с 1 дерева, то есть по 100 листьев с каждой исследуемой территории в одно и то же время в сухую погоду. Стадия №2: приготовление аэрозольных суспензий (100 шт. листьев погружали в дистиллированную воду ( $V=1000$  мл.) 1,5 л стеклянной посуды, перемешивали стеклянной палочкой в течение 2-3 минут, пинцетом отбирали листья, получая суспензии с аэрозольными частицами). Стадия №3: испытания аэрозольных суспензий (в каждой из 6 стерилизованных чашах Петри ( $d = 10$  см) (стерилизация была кипячением их в воде 40 мин) размещали по 2 фильтровальные бумаги и наливали по 5 мл приготовленных аэрозольных суспензий с укладкой пинцетом семян кресс-салата (*Lepidium sativum*) в количестве пятидесяти штук. Затем чаши Петри закрывались покровными стеклами для развития семян в течение 72 часов [437]. На рисунке М.1 (Приложение М) показаны опытные образцы из условно-чистой зоны, на рисунке М.2 (Приложение М) - из экспериментальной территории.

Стадия №4: измерение длин корней через 72 часа и расчет уровня загрязнения и токсичности атмосферного воздуха на исследуемых территориях.

Как видно из рисунка М.3 (Приложение М), длины корней исследуемых семян из селитебной зоны пос. Киляковка (Э) были в 4 раза меньше в сравнении с контрольной территорией (пос. Прибрежный) (К).

### **Результаты исследования**

1. Полученные данные измеренных длин корней, проросших семян кресс-салата (*Lepidium sativum*) [433] из селитебной зоны пос. Прибрежный тестировались с использованием критерия Краскела-Уоллиса, где было установлено следующее:  $\chi^2=1,67$ ;  $Df=5$ ;  $P\text{-value}=0,892$ . Гипотеза об однородности

выборки была признана значимой при  $\alpha = 0,05$ . В связи с чем, можно сделать вывод о том, что выборки были взяты из одной генеральной совокупности и могли объединяться в одну с оценкой уровня загрязнения и токсичности атмосферного воздуха в селитебной зоне пос. Прибрежный. Нормальность распределения выборок осуществлялось с использованием теста Колмогорова-Смирнова в модификации Лиллиефорса. Тестирование установило:  $D=0,105$ ;  $P\text{-value}=1,26 \cdot 10^{-8}$  - полученные данные не имеют нормального распределения.

2. Полученные данные (длины корней проросших семян кресс-салата (*Lepidium sativum*)) [433] из селитебной зоны пос. Киляковка тестировались с использованием критерия Краскела-Уоллиса. В связи с чем, было установлено следующее:  $\chi^2=4,289$ ;  $Df=5$ ;  $P\text{-value}=0,509$ . Гипотеза об однородности выборок признана была значимой при  $\alpha = 0,05$ . В связи с чем, можно сделать вывод: выборки были взяты из одной генеральной совокупности и могли объединяться в одну с оценкой уровня загрязнения и токсичности атмосферного воздуха в селитебной зоне пос. Киляковка.

Нормальность распределения выборок осуществлялось с использованием также теста Колмогорова-Смирнова в модификации Лиллиефорса. Тестирование установило:  $D=0,148$ ;  $P\text{-value}=2,2 \cdot 10^{-16}$  - данные не имеют нормального распределения.

В этой связи, автором рассчитывалась разница средних значений двух выборок (условно чистая зона и экспериментальная территория). Поскольку выборка имела большой объем ( $N=150$ ), применялся закон больших чисел Чебышева П.Л., что указывало на то, что среднее значение имеет нормальное распределение [433,455]. После чего применялся t-критерий Стьюдента (таблица Н.1, Приложение Н). При этом автором были произведены также расчеты с полученными медианами, так как применяется обычно в непараметрических тестах для сравнения двух выборок с неизвестным распределением. В нашем случае, оценка разности медиан двух выборок даст более точную характеристику разницы между двумя выборками для несимметричных распределений [433, 455].

Разница средних значений исследуемых выборок была признана значимой, так как значение t-критерия Стьюдента было больше чем критическое. Поэтому, значение уровня токсичности ( $T_{\phi}$ , %). которое рассчитывалось по формуле:

$$T_{\phi} = 2,992 / (3,991) 100 \% = 74,97 (\%) \quad (1)$$

где доверительный интервал (72,67 %; 77,27 %) соответствовал 3 уровню загрязнения и токсичности атмосферного воздуха [433], что характеризовалось как «высокое загрязнение» в пос. Киляковка Среднеахтубинского района Волгоградской области. Также разности медиан сравнивали по критерию Манна-Уитни (таблица Н.2, Приложение Н), поскольку полученные распределения не были нормальными и имели некоторую асимметрию.

Установлено, что P-value меньше 0,05 - длины корней из рассматриваемых выборок статистически значимо различаются. Истинная разница длин корней с вероятностью 95 % находится в интервале от 2,249 до 2,35 см. Тогда значение уровня токсичности атмосферного воздуха ( $T_{\phi}$ , %), рассчитанное для разности медиан, полученных с использованием критерия Манна-Уитни,  $T_{\phi} = 2,99/(4)100 \% = 74,75 (\%)$  с доверительным интервалом (73,5 %; 76 %), что соответствует третьему уровню загрязнения и токсичности атмосферного воздуха территории [433] в селитебной зоне пос. Киляковка. Это дало основание сделать вывод о том, что, вероятно, в аэрозольных частицах на листьях ивы белой (*Salix alba L.*) содержались токсиканты, которые несут определенные риски для здоровья человека.

Анализ возможной антропогенной нагрузки на селитебную зону в пос. Киляковка показал, что в исследуемом населенном пункте нет промышленных производств, самый ближний индустриальный центр расположен в г. Волжском, в десяти километрах от пос. Киляковка. В результате чего, в условиях определенной ветровой нагрузки (северо-восточное, северное направление ветров) может загрязнять пос. Киляковка. Также, в семи километрах восточнее селитебной зоны Киляковка расположены керамзитовые производства (рп. Средняя Ахтуба). Определенные загрязняющие вещества с предприятий стройиндустрии при восточных ветрах могут поступать в селитебную зону пос. Киляковка. Стоит

отметить, что рядом с пос. Киляковка также проходит автомагистраль, которая была построена недавно и при юго-восточном направлении ветров может оказывать некое влияние. Однако, выявленные токсиканты, по мнению автора, являются продуктом преимущественно природных аэрозолей, источником которых являются активные геологические структуры [438] с эксгаляцией в окружающую среду токсичных металлов и других химических соединений.

Полученные результаты исследования требуют дальнейшего изучения территории Киляковка и ее окрестностей, а именно проведение геологоразведочных работ для подтверждения, прогнозируемого автором, возможного проявления скрытого месторождения твердых полезных ископаемых.

#### **2.4 Тестовый полигон № 4 оценки загрязнения окружающей среды в селитебной зоне по аэрозольным показателям: количество частиц, массовая доля частиц**

Известно, что оценка экологической ситуации в населенных пунктах государственными природоохранными структурами осуществляется с позиции экологического мониторинга различных веществ, в том числе, мелкодисперсных частиц (PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>) с изучением их массовой концентрации в сравнении с нормативами документами, согласно «РД 52.04.830-2015» [439] (таблица 2.4).

Таблица 2.4 Нормативы содержания взвешенных частиц [439]

Наименование вещества	ПДК, мг/м <sup>3</sup>		
	максимальная разовая, ПДК <sub>м.р.</sub>	среднесуточная, ПДК <sub>с.с.</sub>	среднегодовая, ПДК <sub>с.г.</sub>
Взвешенные частицы PM <sub>10</sub>	0,3	0,06	0,04
Взвешенные частицы PM <sub>2.5</sub>	0,16	0,035	0,025

Исторически сложилось, что воздействие аэрозолей на организм человека характеризуют именно по массовой концентрации частиц, связанной с ее

фракционным составом. В связи с чем, были разработаны нормативные документы в различных странах мира, рассмотренных в главе 1.

Тем не менее некоторые разработчики российских ГОСТов при оценке воздействия пыли при вдыхании на организм человека, акцентируют свое внимание не на ее массовую концентрацию, а на количество частиц [440], поскольку в некоторых случаях в развитии заболевания человека может быть важным именно число частиц в определенных диапазонах размеров, а не их массовая концентрация [441, 442]. Поэтому, не исключено, что в ближайшее время будут пересмотрены нормативные документы, касаемо ПДК мелкодисперсной пыли, как считают разработчики указанного ГОСТа.

В связи с вышеизложенным, целью данной работы явилось исследование количества ( $N_{ч},\%$ ) и массовой доли ( $D(d_{ч}),\%$ ) мелкодисперсных частиц в аэрозольных суспензиях на основе микроскопического анализа. Суспензии представляли собой раствор - смыв твердых частиц с листьев *Prunus armeniaca*, произраставших в рп Средняя Ахтуба (Среднеахтубинский район, Волгоградская область) и в условно чистой зоне (СНТ «Орошенец», «Шельф», Советский район, г. Волгоград, 2018 год). Проведенные исследования в рп Средняя Ахтуба опубликованы [443, 444].

Листья с пылью древесных форм растений «*Prunus armeniaca*» использовались как материал для отбора частиц с последующим их исследованием. При этом за один образец принималась площадь листьев: 300-400 ( $\text{см}^2$ ). Отбор листьев осуществлялся в начале октября 2018 года на высоте 0,6–2,0 м над уровнем земли одинаково с разных сторон.

Всего было изучено 120 образцов. Образцы листьев размещали в бумажные пакеты, которые маркировались, транспортировались в лабораторию и хранились при комнатной температуре до проведения анализа. Площадь 1 исследуемого листа абрикосового дерева составляла  $15 \text{ см}^2$ . Соответственно с 1 дерева на исследуемой территории отбиралось не менее 20 листьев (1 образец), с 10-ти деревьев - 200 шт. и это соответствовало 10 образцам в одной точке. Отбор пылевидных частиц с листьев абрикосовых деревьев осуществлялся по методу

смыва пыли с листьев растений дистиллированной водой с последующей ее фильтрацией через бумажные фильтры, которые потом взвешивали на весах, где определялась масса частиц [445-447]. Отфильтрованные частицы впоследствии исследовались на предметном стекле и на оптическом микроскопе, согласно известных методик [448].

В качестве экспериментальной территории была выбрана селитебная зона рп Средняя Ахтуба, которая испытывает техногенную нагрузку, в основном, от предприятий стройиндустрии и др. (рисунок П.1, Приложение П).

Условно чистой зоны стала территория садоводческого товарищества (СНТ «Орошенец» и «Шельф»), в радиусе которой в 20 км отсутствует какая-либо антропогенная нагрузка, но с небольшой заброшенной фермой (рисунок П.2, Приложение П).

#### **Оценка загрязнения окружающей среды по показателям количества ( $N_{PM10}$ , %) и массовой доли ( $D(d_{PM10})$ , %) аэрозольных частиц**

Поскольку полученные данные по показателям количества и массовой доли  $PM_{10}$ , были распределены на территории большой площади, требовалось доказать, что исследуемые показатели аэрозольных частиц внутри каждого изучаемого участка различались незначительно. В этой связи был использован критерий Краскела – Уоллиса.

В приложении Р (рисунок Р.1) показана диаграмма. Она представляет собой размахи исследуемых групп данных по показателю количества аэрозольных частиц, диаметр которых  $<10$  мкм из указанных садоводческих товариществ (условно-чистая зона) за 2018 год.

Однородность выборок по показателю количества частиц была признана значимой при проверке гипотезы об однородности выборок, полученных в СНТ, а именно:  $H=12,7$ ;  $Df=5$ ;  $P\text{-value}=0,064$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

В приложении Р (рисунок Р.2) демонстрируется другая диаграмма. Это размахи значений показателя количества мелкодисперсных частиц, исследуемых групп данных, которые были получены в селитебной зоне на экспериментальной территории в 2018 году.

При проверке гипотезы об однородности выборок, полученных в селитебной зоне, а именно:  $N=11,199$ ;  $Df=5$ ;  $P\text{-value}=0,078$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  - однородность выборок по показателю количества частиц была признана также значимой.

Целью проводимых расчетов явилось установление достоверности различий в значениях показателя количества аэрозольных частиц, измеренных в условно чистой зоне и на территории, принятой за экспериментальную (рп Средняя Ахтуба) с использованием статистического аппарата проверки гипотез.

Верификация достоверности различий реализована посредством использования аппарата проверки гипотез об однородности выборок. Проверка гипотезы об однородности изучаемых выборок позволяет установить возможность считать достоверным расхождение в наблюдаемых значениях, принадлежащих разным массивам, или же факт того, что причиной таких различий являются случайные факторы. В случае признания достоверности различий правомерно сделать вывод о наличии системных факторов, сформировавших наблюдаемые на двух территориях расхождения в уровне показателя количества аэрозольных частиц  $PM_{10}$  ( $N_{PM10}$ , %).

Если в ходе проверки гипотезы будет выявлено, что имеющие различия статистически незначимы, то данный результат будет свидетельствовать о том, что зафиксированные в ходе сбора информации расхождения обусловлены только случайными факторами.

При проведении исследования первой принята выборка, которая содержала данные показателя количества аэрозольных частиц, полученных на экспериментальной территории, где объем выборки:  $n_1 = 60$  и в условно чистой зоне с объемом выборки:  $n_2 = 60$ .

Полученные данные измерений по показателю количества частиц на территориях условно чистой и селитебной зон были объединены в общий массив, после чего осуществлялась сортировка.

В вариационном ряду, отсортированном в порядке возрастания, для любого:

$$i \in \overline{1, N} : x_{i+1}^* \geq x_i^*, \quad (2)$$

где  $x_i^*$  - варианты вариационного ряда, отсортированного в порядке возрастания.

Объединенный массив наблюдаемых значений показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$ , %), с выполненной в порядке возрастания значений сортировкой представлен в таблице Р.1 (Приложение Р).

Ранжирование вариантов объединенного ряда было после получения единого массива. Присвоение рангов вариантам объединенного ряда, содержащего результаты измерений показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$ , %) на двух территориях, и расчет статистики Вилкоксона ( $W_{набл.}$ ) выполнен в таблице Р.2 (Приложение Р).

Для исследуемого объединенного ряда измерений показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$ , %) пары варианта – ранг имеют следующий вид:

$$g_1 = 12,79 \rightarrow 1$$

$$g_2 = 13,79 \rightarrow 2$$

$$g_3 = 30,95 \rightarrow 3$$

$$g_4 = 35,56 \rightarrow 4$$

$$g_5 = 41,18 \rightarrow 5$$

$$g_6 = 41,67 \rightarrow 6$$

$$g_7 = 42,1 \rightarrow 7$$

$$g_8 = 46,81 \rightarrow 8$$

$$g_9 = 49,09 \rightarrow 9$$

и т.д.

Для остальных вариантов объединенного ряда, используя данные с двух территорий, ранжирование вариантов, разбиение множества полученных рангов ( $N$ ) на два непересекающихся подмножества:  $S$  и  $Q$  и расчет статистики по  $T$ -критерию Вилкоксона ( $W_{набл.}$ ), осуществлен в таблице Р.2 (Приложение Р).

$$W_{набл.} = 5263$$

Далее с использованием равенства:  $\Phi(z_{кр}) = \frac{1-\alpha}{2}$  определено значение  $z_{кр}$ .

Уровень значимости  $\alpha = 0,05$ .

$$\Phi(z_{кр}) = \frac{1-\alpha}{2} = \frac{1-0,05}{2} = 0,475.$$

По таблице функции Лапласа находится конкретное значение  $z_{кр}$ :  $z_{кр}=1,96$ .

Значение нижней критической точки:

$$w_{н.кр.}(Q, n_1, n_2) = \frac{(n_1+n_2+1) \cdot n_1 - 1}{2} - z_{кр} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2 \cdot (n_1+n_2+1)}{12}},$$

$$w_{н.кр.}(0,025; 60; 60) = \frac{(60+60+1) \cdot 60 - 1}{2} - 1,96 \cdot \sqrt{\frac{60 \cdot 60 \cdot (60+60+1)}{12}} = 3256,1.$$

Значение верхней критической точки:

$$w_{в.кр.} = (n_1+n_2+1)n_1 - w_{н.кр.} = (60+60+1) \cdot 60 - 3256,1 = 4003,9$$

Рассчитанное по эмпирическим данным, наблюдаемое значение статистики Вилкоксона:  $W_{набл} = 5263$

Если  $w_{н.кр.} < W_{набл} < w_{в.кр.}$ , то нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу.

Осуществим сравнение значений:  $W_{набл.}$ ,  $w_{в.кр.}$  и  $w_{н.кр.}$

Сравнение значений:  $W_{набл.}$ ,  $w_{в.кр.}$  и  $w_{н.кр.}$ :

В данном случае было получено:  $W_{набл} = 5263 > w_{в.кр.} = 4003,9$ , вследствие чего нулевая гипотеза об однородности анализируемых выборок была отвергнута, принята иная гипотеза - конкурирующая - о неоднородности анализируемых выборок [449].

**Результаты исследования показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %), 2018 год**

*Проверка гипотезы об однородности выборок в каждой точке исследования, содержащей результаты измерений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %) на территориях условно чистой зоны (СНТ «Орошенец», «Шельф») и экспериментальной (рп Средняя Ахтуба Среднеахтубинского района Волгоградской области) по критерию Краскела — Уоллиса, 2018 год*

В приложении С (рисунок С.1) представлена диаграмма размахов значений показателя  $D(d_{PM10})$ , %, исследуемых групп данных из условно-чистой зоны.

Гипотеза об однородности полученных значений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %), измеренных на территории условно чистой зоны (СНТ «Орошенец») может быть признана значимой:  $H=9.47$ ;  $Df=5$ ;  $P\text{-value}=0,91$  ( $\alpha = 0,05$ ).

На рисунке С.2 (Приложение С) представлена другая диаграмма, которая показывает собой размахи исследуемых групп данных, что соответствует измеренным значениям показателя  $D(d_{PM10})$ , % из селитебной зоны, которая в исследовании была экспериментальной.

Также, была проверена гипотеза о том, что статистически значимые различия между значениями показателя  $D(d_{PM10})$ , % в селитебной зоне отсутствуют:  $H=12,444$ ;  $Df=5$ ;  $P\text{-value}=0,91$  ( $\alpha = 0,068$ ). Гипотеза об однородности выборок была признана значимой при  $\alpha = 0,05$ .

Целью проводимых расчетов явилось установление достоверности различий в значениях показателя ( $D(d_{PM10})$ ,%), которые измерялись в указанных садоводческих товариществах и на территории селитебной зоны (рп Средняя Ахтуба) с использованием статистического аппарата проверки гипотез. Данные измерений представлены в таблицах 1 и 2, соответственно.

Верификация достоверности различий реализована посредством использования аппарата проверки гипотез об однородности выборок. Проверка гипотезы об однородности изучаемых выборок позволяет установить возможность считать достоверным расхождение в наблюдаемых значениях, принадлежащих разным массивам, или же факт того, что причиной таких различий являются случайные факторы. В случае признания достоверности различий правомерно сделать вывод о наличии системных факторов, сформировавших наблюдаемые на двух территориях расхождения в уровне показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %). Если в ходе проверки гипотезы будет выявлено, что имеющие различия статистически незначимы, то данный результат будет свидетельствовать о том, что зафиксированные в ходе сбора информации расхождения обусловлены только случайными факторами.

При проведении исследования первой принята выборка, содержащая измерения показателя ( $D(d_{PM10})$ , %) из селитебной зоны (рп Средняя Ахтуба). Объем этой выборки:  $n_1 = 60$ . Второй принята выборка, содержащая измерения показателя ( $D(d_{PM10})$ , %) условно чистой зоны («Орошенец», СНТ «Шельф»). Объем этой выборки:  $n_2 = 60$ . Данные измерений на обозначенных территориях объединялись в общий массив, который затем подвергается процедуре сортировки.

В вариационном ряду, отсортированном в порядке возрастания, для любого  $i \in \overline{1, N}$  :  $x_{i+1}^* \geq x_i^*$ , где  $x_i^*$  - варианты вариационного ряда, отсортированного в порядке возрастания.

Объединенный массив наблюдаемых значений, с выполненной в порядке возрастания значений сортировкой представлен в таблице С.1 (Приложение С).

После получения единого массива осуществляется ранжирование вариант объединенного ряда. Присвоение рангов вариантам объединенного ряда, содержащего результаты измерений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %), и расчет статистики по Т-критерию Вилкоксона ( $W_{набл}$ ) выполнен в таблице С.2 (Приложение С).

Для исследуемого объединенного ряда измерений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %) пары варианта – ранг имеют следующий вид:

$$g_1 = 0,08 \rightarrow 1$$

$$g_2 = 0,68 \rightarrow 2$$

$$g_3 = 0,7 \rightarrow 3$$

$$g_4 = 1,26 \rightarrow 4$$

$$g_5 = g_6 = 1,52$$

поэтому ранг 5-й и 6-й вариант будет рассчитан как среднее арифметическое порядковых номеров вариант (5 и 6) в общем вариационном ряду:  $(5 + 6) / 2 = 5,5$ .

$$g_5 = 1,52 \rightarrow 5,5$$

$$g_6 = 1,52 \rightarrow 5,5$$

$$g_7 = g_8 = 1,56$$

поэтому ранг 7-й и 8-й вариант будет рассчитан как среднее арифметическое порядковых номеров вариант (7 и 8) в общем вариационном ряде:  $(7 + 8) / 2 = 7,5$ .

$$g_7 = 1,56 \rightarrow 7,5$$

$$g_8 = 1,56 \rightarrow 7,5$$

$$g_9 = 1,61 \rightarrow 9$$

$$g_{10} = 1,72 \rightarrow 10$$

и т.д.

Для остальных вариант объединенного ряда, содержащего результаты измерений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %) на двух территориях, ранжирование вариант, разбиение множества полученных рангов (N) на два непересекающихся подмножества: S и Q и расчет статистики Вилкоксона ( $W_{набл.}$ ), осуществлен в таблице С.2 (Приложение С).

$$W_{набл.} = 5349$$

Далее, с использованием равенства:  $\Phi(z_{кр}) = \frac{1 - \alpha}{2}$  определено значение  $z_{кр}$ .

Уровень значимости:  $\alpha = 0,05$ .

$$\Phi(z_{кр}) = \frac{1 - \alpha}{2} = \frac{1 - 0,05}{2} = 0,475$$

По таблице функции Лапласа находится конкретное значение  $z_{кр}$ :  $z_{кр} = 1,96$ .

Значение нижней критической точки:

$$w_{н.кр.}(Q, n_1, n_2) = \frac{(n_1 + n_2 + 1) \cdot n_1 - 1}{2} - z_{кр} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2 \cdot (n_1 + n_2 + 1)}{12}}$$

$$w_{н.кр.}(0,025; 60; 60) = \frac{(60 + 60 + 1) \cdot 60 - 1}{2} - 1,96 \cdot \sqrt{\frac{60 \cdot 60 \cdot (60 + 60 + 1)}{12}} = 3256,1$$

Значение верхней критической точки:

$$w_{в.кр.} = (n_1 + n_2 + 1) \cdot n_1 - w_{н.кр.} = (60 + 60 + 1) \cdot 60 - 3256,1 = 4003,9$$

Наблюдаемое значение статистики (рассчитанное по эмпирическим данным) Вилкоксона:  $W_{набл.} = 5349$

Если  $w_{н.кр} < W_{набл.} < w_{в.кр}$ , то нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу.

Нулевая гипотеза отвергается и принимается конкурирующая гипотеза в том случае, если  $W_{набл.} < w_{н.кр}$  или  $W_{набл.} > w_{в.кр}$ .

Осуществим сравнение значений:  $W_{набл.}$ ,  $w_{в.кр}$  и  $w_{н.кр}$

Сравнение значений:  $W_{набл.}$ ,  $w_{в.кр}$  и  $w_{н.кр}$  :

$W_{набл.} = 5349 > w_{в.кр} = 4003,9$ , поэтому нулевая гипотеза об однородности анализируемых выборок отвергается и принимается конкурирующая гипотеза:  $F(X) \neq G(Y)$  о неоднородности анализируемых выборок, содержащих данные измерений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %) из селитебной зоны рп Средняя Ахтуба (при проведении расчетов эти данные образуют первую выборку) и результаты измерений показателя ( $D(d_{PM10})$ , %) условно чистой зоны садоводческих товариществ (при проведении расчетов данные условно чистой зоны образуют вторую выборку).

В результате проведенных исследований выявлено, что наибольшее количество мелкодисперсных частиц фракции  $PM_{10}$  в аэрозольных суспензиях было в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба ( $91,55 \pm 1,61$  %), что ненамного уступает условно чистой зоне, а именно в 1,3 раза ( $66,14 \pm 1,99$  %); превышение массовой доли твердых частиц ( $D(dч)$ , %) фракции  $PM_{10}$  в аэрозольных суспензиях ( $44,1 \pm 3,72$  %) в 10 раз выше по сравнению с СНТ «Орошенец», «Шельф»: ( $4,48 \pm 0,463$  %). Данные факты свидетельствуют о металлических примесях в атмосферном воздухе селитебной зоны рп Средняя Ахтуба.

Аналогичные исследования с применением указанных показателей были осуществлены на других урбанистических территориях [450].

## Выводы по главе 2

1. Была произведена оценка загрязнения окружающей среды на тестовом полигоне № 1 в селитебной зоне пос. Светлый Яр (Светлоярский район Волгоградской области). Тестировались аэрозольные показатели: рН; ЕС, мкСм/см по запатентованному способу (патент РФ № 2712945). Проведенное

исследование позволило выявить в зеленой инфраструктуре селитебной зоны пос. Светлый Яр кислые высокоминерализованные аэрозоли, создающие определенные экологические риски для проживающего там населения. Спрогнозирован смешанный тип загрязнения территории селитебной зоны, который обусловлен антропогенной нагрузкой со стороны южного промышленного узла г. Волгограда, предприятий Светлого Яра и возможными источниками природных химических соединений (Glinyanova I. и др., 2021).

2. Выполнена оценка экологического состояния территории проводилась на тестовом полигоне №2 (земельный участок сельскохозяйственного назначения в условно чистой зоне (пос. Ваулино, Красноармейский район, Саратовская область). Тестировался аэрозольный показатель: TDS, мг/л (патент РФ № 2735034). Была выявлена высокая минерализация окружающей среды, 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).

3. Осуществлена оценка токсичности атмосферного воздуха осуществлялась на тестовом полигоне №3 (селитебная зона пос. Киляковка (Среднеахтубинский район, Волгоградская область)). Тестировался показатель развития тест-объектов (Lr, см), рассчитывался индекс токсичности атмосферного воздуха (Тф, %). Полученные данные свидетельствовали о наличии токсикантов в атмосферном воздухе селитебной зоны. Токсичность аэрозольных частиц могла быть в большей степени спровоцирована природным загрязнением территории, источником которого являются 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: платина и др., многократно

превышающих кларковые значения, что может указывать на проявления скрытого рудного тела (Глинянова И. Ю., 2020 и др.).

4. Произведена оценка аэрозольного загрязнения территории на тестовом полигоне № 4, где тестировались аэрозольные показатели: ( $N_{PM10}$ , %), ( $D(d_{PM10})$ , %). Полученные результаты свидетельствовали о высоком аэрозольном загрязнении территории селитебной зоны мелкодисперсными частицами  $<10$  мкм ( $(N_{PM10}=91,55 \pm 1,61$  (%)), в том числе прогнозируются металлические примеси в атмосферном воздухе, где превышение значений по показателю массовой доли ( $(D(d_{PM10})=44,1 \pm 3,72$  (%)) по сравнению с условно чистой зоной составило в 10 раз.

### **Глава 3 Научные основы экологического мониторинга территорий с использованием показателей аэрозолей: теоретическое описание**

Апробация аэрозольных показателей на различных тестовых полигонах в Волгоградской и Саратовской областях, рассмотренных в главе 2, показала их эффективность. В этой связи, протестированные аэрозольные показатели были включены автором в разработку научных основ экологического мониторинга территорий, который был разделен на несколько технологических этапов [451] с определенными способами и режимами работ, последовательностью действий [452].

Так, были сформированы следующие этапы экологического мониторинга с использованием аэрозольных частиц, которые состояли из последовательных алгоритмических действий: отбор аэрозольных частиц в зеленой инфраструктуре жилых зон населенных пунктов (1 этап); приготовление аэрозольных суспензий (2 этап); интегральная оценка экологического состояния территории по аэрозольным показателям (базовые факторы) с установлением ее экологического статуса (3 этап); поиск источников загрязнения территории (4 этап) и отражена на рисунке 14.

#### **3.1 Отбор аэрозольных частиц, приготовление аэрозольных суспензий.**

##### **Исследование аэрозольных суспензий и интегральная оценка экологического состояния территорий с позиции свертки нормированных базовых факторов по Колмогорову – Нагумо**

На 1, 2 этапах экологического мониторинга осуществляются полевые исследования, которые характеризуются отбором аэрозолей в зеленой инфраструктуре на изучаемых территориях за весенне-летний сезоны и приготовлением аэрозольных суспензий в зависимости от растительности одним из двух приведенных способов, которые были подробно изложены в главе 2.2.

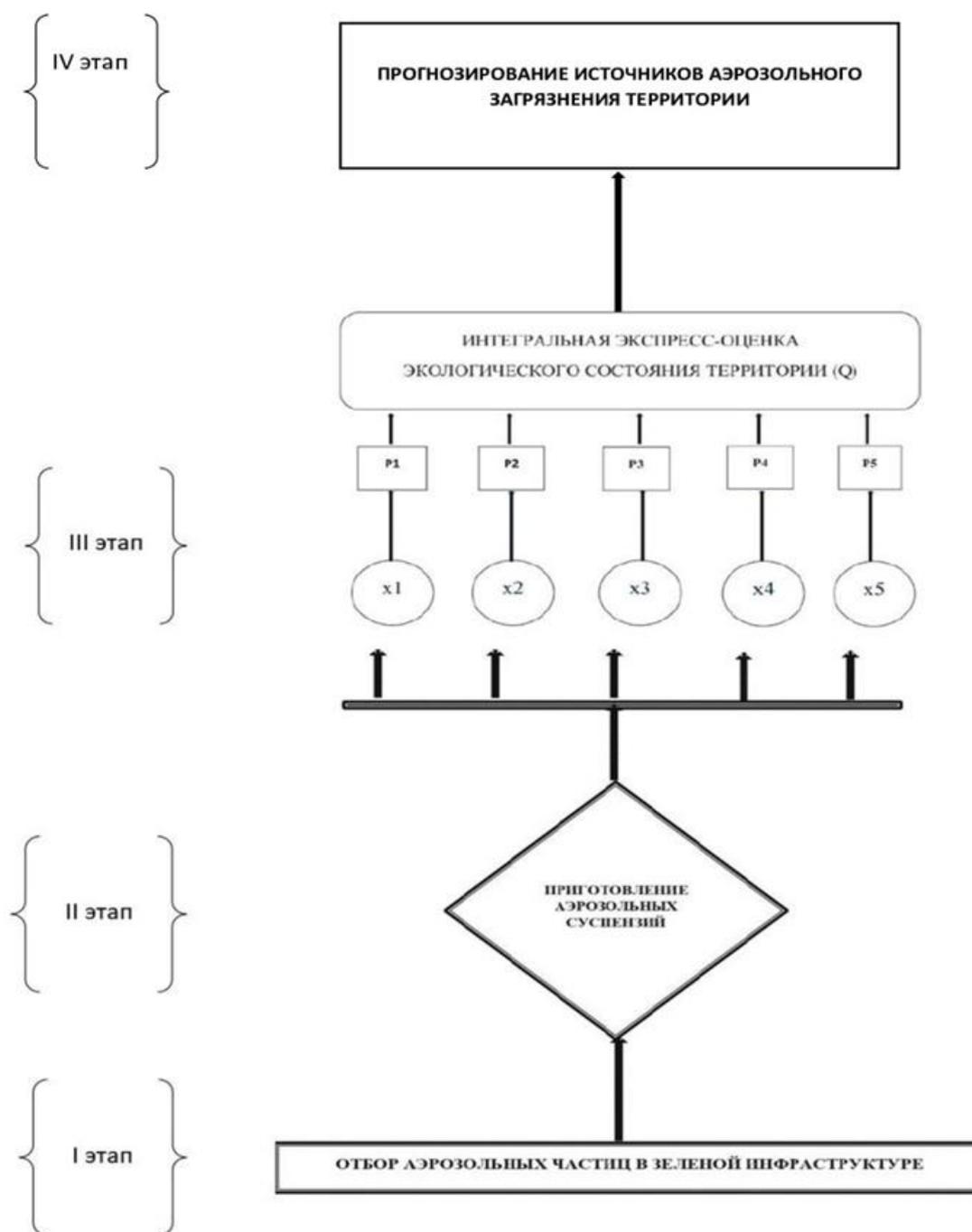


Рисунок 14 – Общий вид алгоритма этапов экологического мониторинга территории селитебных зон с использованием показателей аэрозолей

На **3-м этапе** проводятся лабораторные исследования аэрозольных суспензий в виде диагностики тех показателей, эффективность которых была обоснована в главе 2, а именно: кислотность (используется электрометрический метод анализа), удельная электропроводность (ЕС, мкСм/см) и общая минерализация (TDS, мг/л) (применяются кондуктометрические методы анализа),

количество и массовая доля частиц (осуществляется микроскопический метод анализа с использованием программного продукта «SPOTEXPLORER V1.0», «DUST» (ГОСТ Р56929-2016)), токсичность (проводятся экспериментальные исследования: постановка эксперимента для установления токсикантов в аэрозольных суспензиях (ПНД Ф Т 14.1:2:4.19-2013) (используется метод биотестирования)), что позволит установить экологический статус территорий на основе разработанной математической модели интегральной оценки экологического состояния территории с позиции свертки нормированных базовых факторов по Колмогорову – Нагумо (Брызгалин Г. И., 1988) [453].

Разработанная интегральная оценка экологического состояния территорий включает такие показатели аэрозольных частиц (базовые факторы) как: кислотность (рН) ( $x_1$ ); удельную электропроводность (ЕС, мкСм/см) (или TDS, мг/л) ( $x_2$ ); развитие тест-объектов (Lr, см) ( $x_3$ ); количество аэрозольных частиц диаметром меньше 10 мкм (PM<sub>10</sub>) (N<sub>PM10</sub>, %) ( $x_4$ ) и их массовую долю (D(d<sub>PM10</sub>), %) ( $x_5$ ) [454]. Значения базовых факторов ( $x_1 - x_5$ ) – это средние значения исследуемых показателей.

**Показатель кислотности (рН) ( $x_1$ )** - его исследование осуществляют на электрохимическом оборудовании серии «Мультитест»: иономере (ИПЛ-101-1) или др. для определения кислотно-основных свойств приготовленных аэрозольных суспензий, где рН может меняться в диапазоне от 0 до 14. В основе указанного оборудования заложен потенциометрический метод исследования как метод с помощью которого определяются концентрации ионов, основанные на измерении электрохимического потенциала индикаторного электрода, погруженного в исследуемый раствор. Потенциометрический метод наиболее широко используют для определения активности ионов водорода, характеризующей кислотные или щелочные свойства раствора. Оборудование серии «МУЛЬТЕСТ» занесено в Государственный реестр средств измерений (ГРСИ РФ).

**Показатель удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) ( $x_2$ )** – его определяют на электрохимическом оборудовании серии «Мультитест» (Россия): кондуктометре (КСЛ-111) или др. В основе указанного оборудования заложен

кондуктометрический методы исследования для определения содержания вещества в пробе по величине ее удельной электрической проводимости. Указанное оборудование является анализатором жидкости, занесен в ГРСИ РФ. Данный показатель отражает численное выражение способности водного раствора проводить электрический ток и зависит преимущественно от концентрации растворенных в аэрозольных суспензиях неорганических веществ. Показатель удельной электропроводности еще называют показателем содержания твердых веществ или общим солесодержанием, так как вещества, растворенные в воде, находятся в виде солей. Наиболее распространены неорганические соли и небольшое количество органических веществ, растворимых в воде.

**Исследование показателя развития тест-объектов ( $Lr, \text{см}$ ) ( $x_3$ )** позволяет установить токсичные примеси в аэрозольных суспензиях, а именно токсическое воздействие органических и неорганических химических соединений на живые организмы (тест-объекты). Определение токсичности аэрозольных суспензий может осуществляться на основе Патента РФ № 2746764 и ПНД Ф Т 14.1:2:4.19-2013. Тест-объектами могут быть семена высших растений, которые прорастают на субстрате аэрозольных суспензий. По реакции прорастания семян, в данном случае по измерению длины корня проросших семян определяется наличие токсикантов или их отсутствие, поскольку токсичные вещества проявляют свойства ингибирования (торможение) роста корня проросших семян.

В этой связи из приготовленных аэрозольных суспензий отбирается по 5 мл для опыта. Для опыта также используют чашки Петри ( $d=10 \text{ см}$ ). Указанные чашки должны быть простерилизованы в сушильном шкафу ( $T=130^\circ\text{C}$ ,  $t=1 \text{ ч}$ ). Требуется на дно чашек Петри укладывать фильтровальную бумагу, затем размещать по 5 мл отобранных аэрозольных суспензий. В каждую чашку равномерно укладывают на уже смоченную фильтровальную бумагу семена растительных тест-объектов (50 шт.). Стоит отметить, что в чашках Петри уровень суспензий должен быть ниже поверхности семян. Чашки Петри накрывают покровными стеклами и размещают в термостат для проращивания [455] тест-объектов ( $T=20 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t=72 \text{ ч}$ ), исходя из тестовых культур высших

растений время меняется. После испытаний измеряют длины проросших семян. На рисунке Т1 (Приложение Т) показан пример укладки семян кресс-салата (*Lepidium sativum*) в чашки Петри [434, 437, 455].

На рисунках [455] Т.2 (Приложение Т) демонстрируется развитие тест-объектов в чашках Петри.

**Показатель количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$ , %) ( $x_4$ ) и массовой доли ( $D(d_{PM10})$ , %) ( $x_5$ )** – исследование осуществляется с теми же аэрозольными суспензиями, в которых изучались ранее показатели кислотности (рН), удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) и развития живых организмов (Lг, см).

Для получения необходимых аэрозольных суспензий, они поочередно проходят фильтрацию. Необходимые для исследования фильтры (АФА-ВП-10 или АФА-ВП-20) [449] до осуществления анализа проходят сушку ( $T=60^{\circ}C$ ;  $t=30$  минут) в сушильной камере, а затем проходят процесс стабилизации массы и взвешиванием на электронных весах. В этой связи, приготовленная суспензия из аэрозольных частиц, первоначально фильтруется через металлическое сито, где  $d$  ячеек 100 мкм с целью утилизации частиц ( $d>100$  мкм). Затем суспензии фильтруют через предварительно взвешенные стандартные фильтры АФА-ВП-10 или АФА-ВП-20, изготовленные из высокоэффективного гидрофобного фильтрующего материала ФПП-15 [456]. Фильтры с аэрозольными частицами высушиваются при комнатной температуре до постоянной массы [449]. Отфильтрованные аэрозольные частицы размещаются далее на предметном стекле и впоследствии исследуются на оптическом микроскопе [448, 449]. Для оценки дисперсионного (фракционного) состава частиц осуществляли на основе микроскопического анализа, блок-схема которого представлена на рисунке 15. В результате микроскопического анализа в изучаемом образце компьютерная программа определяет размер частиц ( $d_q$ , мкм) и их фракционный состав, количество ( $N_q$ , %) и массовую долю частиц ( $D(d_q)$ , %) и выдает результат в виде таблиц.

Получаемые значения данных по каждому из вышеприведенных аэрозольных показателей рекомендуется проверять на однородность выборок,

согласно методики проверки гипотезы об однородности нескольких выборок ( $N > 2$ ) по критерию Краскел-Уоллиса [454].



Рисунок 15 – Блок-схема методики микроскопического анализа аэрозольных частиц (по ГОСТу Р 56929-2016)

Так, ранговый критерий Краскел-Уоллиса для оценки разностей между медианами ( $n > 2$ ) представляет собой обобщение рангового критерия Вилкоксона для двух независимых выборок, где критерий Краскел-Уоллиса является непараметрической альтернативой  $F$ -критерию в однофакторном дисперсионном анализе, аналогично тому, как критерий Вилкоксона представляет собой непараметрическую альтернативу  $t$ -критерию, использующему суммарную дисперсию при сравнении двух независимых выборок. Если выполняются условия, необходимые для применения  $F$ -критерия в однофакторном дисперсионном анализе, критерий Краскел-Уоллиса обладает той же мощностью [457].

Ранговый критерий Краскел-Уоллиса применяется для проверки гипотезы, что  $n$  независимых выборок извлечены из генеральных совокупностей, имеющих одинаковые медианы. Иначе говоря, нулевая и альтернативная гипотезы формулируются следующим образом:

$$H_0 : M_1 = M_2 = \dots = M_n, \quad (3)$$

$$H_1 : \text{не все } M_j (j = 1, 2, \dots, n) \text{ являются одинаковыми. [457]} \quad (4)$$

В нашем случае гипотезы дополнительно можно сформулировать в виде:

- $H_0$  (основная гипотеза): анализируемые выборки являются однородными.
- $H_1$  (конкурирующая гипотеза): анализируемые выборки не являются однородными.

Процедура Краскел-Уоллиса имеет меньше ограничений, чем  $F$ -критерий. Процедура Краскел-Уоллиса предусматривает ранжирование только по всем выборкам в совокупности. Общее распределение должно быть непрерывным, но его вид значения не имеет. Если эти условия не выполняются, критерий Краскел-Уоллиса по-прежнему можно применять для проверки гипотезы о различиях между  $n$  генеральными совокупностями. Альтернативная гипотеза утверждает, что среди  $n$  генеральных совокупностей существует хотя бы одна, которая отличается от остальных - некоей характеристикой, либо средним значением, либо видом [457].

Проверка статистических гипотез проводится на уровне значимости равном 0,05. Все необходимые расчеты осуществляются в статистическом пакете R (версия 3.6.1, R Core Team 2020) [449] или др.

Результаты вычислений по критерию Краскел-Уоллиса представляются в виде таблицы (таблица 3.1).

Таблица 3.1 Пример внесения результатов вычисления по критерию Краскел-Уоллиса

Значение H- критерия	Число степеней свободы	P-value
----------------------	------------------------	---------

Нулевая гипотеза будет принята или отвергнута в зависимости от значения p-value. Если p-value больше уровня значимости  $\alpha$  ( $\alpha = 0,05$ ), то нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу, т.е. статистически значимых различий между выборками нет.

Иначе нулевая гипотеза отвергается и принимается альтернативная гипотеза, что говорит о том, что между выборками существуют статистически значимые различия.

Установление диапазонов изменений базовых факторов и определение границ значений аэрозольных показателей осуществлялось следующим образом.

Например, диапазон возможных изменений показателя кислотности и удельной электропроводности были основаны на официальных данных [458]. Так, за лучшие значения принимается диапазон показателя кислотности как: рН=5,5-6,5. Крайне кислая среда (рН = 3,5) и крайне щелочная среда (рН = 8,5) – являлись худшими значениями.

За наилучшее значение удельной электропроводности принято значение «0» мкСм/см, за худшее значение 250 мкСм/см.

Показатель развития тест-объектов ( $Lr, см$ ), его диапазон и границы указанного показателя может быть установлен на основании данных исследований зарубежных авторов [459], где за лучшие значения принимаются

следующие значения:  $Lr > 4,36 \pm 0,23$  (см). При этом,  $Lr=0$  см – рассматривалось как наихудшее значение показателя развития тест-объектов.

Диапазоны изменений показателя количества ( $N_{PM10}$ , %) и массовой доли ( $D_{PM10}$ , %) частиц, установление границ значений указанных показателей принималось следующим образом: за лучшие значения устанавливалось значение 0 (в долях) аэрозольных частиц на исследуемой территории, а за худшие значения принималось значение 1 (в долях).

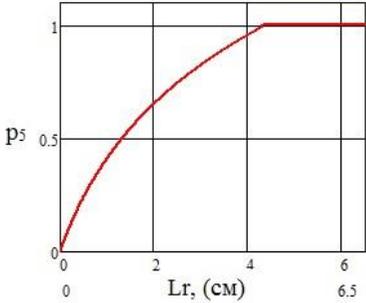
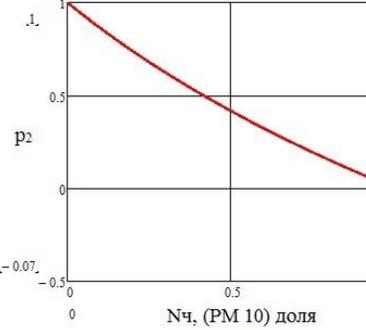
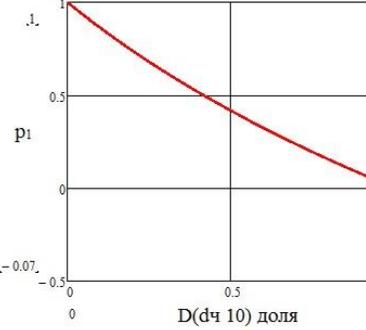
При этом, экспертно были установлены диапазоны изменений базовых факторов (аэрозольных показателей) для расчета интегральной оценки экологического состояния территорий. Граница, которую можно определить как отличное или предельно возможное значение считается как:  $x_i^1$ . Граница, которую можно определить как минимально допустимое считается как:  $x_i^0$ . Значение свойств  $x_i$  ниже  $x_i^0$  считается невозможным.

Значения границ  $x_i^1$  и  $x_i^0$  для каждого элементарного свойства системы (базового фактора) рассмотрены в таблице 3.2, где также подобраны функции ( $p_1$ - $p_5$ ) нормировки элементарных свойств в формулах [454]. Функции нормировки базовых факторов отражены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 Функции нормировки базовых факторов [454]

$x_i$	Ед. измерения	$x_i^0$	$x_i^1$	Функция	График	Описание
$x_1$	г-ион/л	0 14	7	$p_4 = \begin{cases} 1 & \text{при } 5,5 \leq x_1 \leq 6,5 \\ -0,05x_1^2 + 0,95x_1 - 2,7125 & \text{при } 3,5 \leq x_1 < 5,5 \\ -0,05x_1^2 + 0,25x_1 + 1,48 & \text{при } 6,5 < x_1 \leq 8,5 \\ 0 & \text{при } x \leq 3,5 \text{ и } x \geq 8,5 \end{cases}$		$x_1$ – среднее значение показателя кислотности аэрозольных суспензий (рН); зависимость кусочно-гладкая. Интервалы и вид функции был выбран с учетом данных из таблицы 1: 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).
$x_2$	мкСм/см	25 0	0	$p_3 = e^{-\frac{x_2^2}{3200}}$		$x_2$ – среднее значение показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см). Зависимость обратная. 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

## Окончание таблицы 3.2

$x_3$	см	0	4,36	$p_5 = \begin{cases} \frac{1}{\ln(5,36)} \ln(x_3 + 1) & \text{при } x_3 < 4.36 \\ 1 & \text{при } x_3 \geq 4.36 \end{cases}$		$x_3$ – показатель развития тест-объектов ( $L_r$ , см); зависимость прямая, за лучшее значение принято $L_r = 4,36$ см и $>$ (по Bettiol C. et al, 2016), за худшее – 0 см.
$x_4$	Доля	1	0	$p_2 = 1 - \frac{1}{\ln(2)} \ln(x_4 + 1)$		$x_4$ – среднее значение показателя аэрозольных частиц с диаметром в диапазоне от 0 до 10 мкм ( $N_{PM10}$ ). Зависимость обратная. За идеальное значение принято значение «0», (экспертно).
$x_5$	Доля	1	0	$p_1 = 1 - \frac{1}{\ln(2)} \ln(x_5 + 1)$		$x_5$ – 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).

Предлагаемая математическая модель интегральной оценки экологического состояния территории может быть реализована в программном пакете R (версия 3.6.1, R Core Team 2020) в виде модуля, реализующего последовательность вычислений по формулам.

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:

$$Q = -\ln\left(\frac{\alpha_1 e^{-p_1} + \alpha_2 e^{-p_2} + \alpha_3 e^{-p_3} + \alpha_4 e^{-p_4} + \alpha_5 e^{-p_5}}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5}\right), \quad (5)$$

где  $\alpha_i$  – 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 [454].

Для оценки влияния коэффициентов  $\alpha_i$  на итоговый показатель качества экологического состояния региона был проведен анализ изменения категории экологического состояния природной зоны при изменении весовых коэффициентов. В таблице 3.3 представлены смоделированные исходные значения показателей, которые используются для оценки экологического состояния природной зоны.

Как правило, весовые коэффициенты определяют на основе экспертных суждений, по определенным алгоритмам, сравнивая факторы между собой [460, 461].

В нашем случае бальные оценки факторов экологической опасности установлены экспертным путем в долях единицы от 0,1 до 1. К требуемому условию  $\sum \alpha_i = 1$  весовые коэффициенты приводятся внутри формулы при расчете (Q). Для анализа были выбраны следующие наборы коэффициентов  $\alpha_i$ , которые отображены в таблице 3.4.

Результаты расчета представлены в таблице 3.5, номер в круглых скобках показывает экологический статус территории.

Таблица 3.3 Смоделированные значения показателей аэрозольных частиц

№	$D_{PM10}$	$N_{PM10}$	Ес, мкСм/см	рН	L, см
1	0,1	0,3	4	6,5	4,36
2	0,2	0,1	6	6	4,32
3	0,18	0,15	10	5,5	4,4
4	0,25	0,4	28	5,2	4
5	0,3	0,5	25	6,8	3,9
6	0,4	0,6	20	5,3	4,3
7	0,45	0,7	50	4,9	3,8
8	0,48	0,75	55	4,7	3,5
9	0,5	0,78	40	4,6	3,1
10	0,56	0,88	70	4,4	2,8
11	0,54	0,8	80	4,3	2,7
12	0,6	0,9	90	4,2	2,5

Таблица 3.4 Наборы коэффициентов  $\alpha_i$

Номер набора весовых коэффициентов	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$
1	1	1	1	1	1
2	1	1	0,5	1	1
3	1	1	1	0,5	1
4	0,5	0,5	1	1	1
5	1	1	1	1	0,5
6	0,7	0,7	1	1	0,7
7	0,3	0,3	1	1	1
9	0,6	1	0,3	0,8	0,7

Из таблицы 3.5 видно, что изменение весовых коэффициентов крайне мало затронуло группы с высоким общим качеством экологического состояния территории (группы 0-1, строки 1-6). Номер группы для условно чистой зоны не меняется, немного изменяется показатель качества, что влияет на рейтинг зоны внутри группы.

Таблица 3.5 Результаты расчета

Номера наборов модельных данных	Номера наборов коэффициентов $\alpha_i$							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.884(0)	0.873(0)	0.872 (0)	0.915 (0)	0.872 (0)	0.9(0)	0.949 (0)	0.85(0)
2	0.911(0)	0.903(0)	0.902 (0)	0.934 (0)	0.902 (0)	0.923 (0)	0.959 (0)	0.906(0)
3	0.9(0)	0.893(0)	0.89(0)	0.924 (0)	0.89(0)	0.912 (0)	0.951 (0)	0.89(0)
4	0.75(1)	0.746(1)	0.737 (1)	0.771 (1)	0.729 (1)	0.761 (1)	0.818 (1)	0.728(1)
5	0.717(1)	0.706(1)	0.701 (1)	0.753 (1)	0.694 (1)	0.735 (1)	0.809 (1)	0.682(1)
6	0.691(1)	0.672(1)	0.668 (1)	0.746 (1)	0.662 (1)	0.719 (1)	0.823 (1)	0.644(1)
7	0.537(2)	0.547(2)	0.517 (2)	0.552 (2)	0.502 (2)	0.545 (2)	0.625 (2)	0.524(2)
8	0.484(3)	0.495(3)	0.467 (3)	0.491 (3)	0.447 (3)	0.488 (3)	0.563 (3)	0.472(3)
9	0.5(2)	0.489(3)	0.49(3)	0.529 (2)	0.469 (3)	0.515 (2)	0.599 (2)	0.46(3)
10	0.363(3)	0.381(3)	0.349 (3)	0.359 (3)	0.325 (4)	0.361 (3)	0.427 (3)	0.358(3)
11	0.352(3)	0.379(3)	0.342 (3)	0.331 (3)	0.314 (4)	0.341 (3)	0.391 (3)	0.363(3)
12	0.295(4)	0.322(4)	0.284 (4)	0.274 (4)	0.255 (4)	0.284 (4)	0.338 (3)	0.303(4)

Для групп 2, 3 и 4 наблюдается переход из одной группы в другую в зависимости от весовых коэффициентов. Так, например, набор 8 имеет 3 группу экологического состояния территории при  $\alpha_i = 1$  и группу 2 (повышение) при  $\alpha_1 = \alpha_2 = 0,3$ ,  $\alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = 1$ , так как при таких значениях весовых коэффициентов в существенно меньшей степени учитываются плохие значения по показателям  $D_{PM10}$  и  $N_{PM10}$ .

Качественная интегральная оценка экологического состояния территории (Q) с установлением ее экологического статуса определяется в соответствии с таблицей 3.6, которая была разработана автором с учетом данных качественной оценки состояния окружающей природной среды, выполненной «Главной геофизической обсерваторией А. И. Воейкова» (по Свистову П. Ф. и др., 2010).

Таблица 3.6 Интегральная оценка экологического состояния территории [454]

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 этой связи, для интегральной оценки экологического состояния территорий, автором была разработана и зарегистрирована программа для ЭВМ [70].

### **3.2 Прогнозирование источников загрязнения в селитебных зонах населенных пунктов**

Четвертый этап экологического мониторинга был направлен на прогнозирование источников загрязнения в селитебных зонах населенных пунктов на основании выявленного экологического статуса территорий.

Для оперативного выявления источников загрязнения окружающей среды автором разработана методологическая концепция, которая базируется на ее основополагающих принципах в виде алгоритма поиска источников загрязнения

окружающей среды с идентификацией антропогенных или природных выбросов химических соединений или смешанного типа загрязнения атмосферного воздуха на исследуемой территории. Данная методология основана на междисциплинарном подходе к проведению исследований, который позволяет комплексно подходить к изучаемой территории на основе интеграции знаний из разных областей наук с целью оперативного выявления источников загрязнения окружающей среды в селитебных зонах населенных пунктов для обеспечения экологической безопасности населения от угроз антропогенного и природного характера, решения проблем устойчивого развития городских и сельских территорий.

**Основы методологической концепции поиска источников загрязнений окружающей среды в жилых зонах населенных пунктов.** При оценке источников загрязнения окружающей среды в селитебных зонах населенных пунктов необходимо придерживаться холистических взглядов. «Холизм (от греч. holos – целое-согласно мистико-философской традиции, основанный на принципе подчинения всех частей чего-либо единому целому; в настоящее время один из основополагающих принципов теории систем), точка зрения, согласно которой мир должен рассматриваться как всеохватывающая целостность, включая области реальной действительности. Понятие холизма было введено Smuts J. C. [462] и развито Haldane John Scott [463].

«Холизм – это проблема соотношения части и целого, исходящая из качественного своеобразия и приоритета целого по отношению к его частям» [464]. По мнению Князевой Е. Н., в настоящее время «холизм становится новой фундаментальной научной парадигмой, определяет стратегию научных исследований» [465].

Суть холистических воззрений применительно к методологической концепции поиска источников загрязнений окружающей среды заключается в комплексном изучении жилых зон населенных пунктов с учетом антропогенно-природных загрязнений, источники которых описаны подробно в главе 1. Близко по смыслу использование холистических воззрений, как методологической

основы, применительно к развитию городов было обнаружено у Feleki E., Vlachokostas C. и др. Однако указанные авторы рассматривали холизм не с позиции поиска источников и оценки загрязнения населенных пунктов, а с позиции стратегического планирования и разработки системы «показателей для характеристики городской устойчивости (ICARUS), которая затрагивает «европейско-средиземноморские городские контексты с точки зрения экосистемного подхода» [466].

В основу авторской методологической концепции холистической направленности поиска источников аэрозольного загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов заложена идея междисциплинарного изучения территории с позиции возможных, как антропогенных, так и локальных природных факторов, основанная на следующих ее основополагающих принципах:

**1-й принцип - антропогенный:** исследование антропогенной нагрузки на жилую зону населенного пункта городским хозяйством от всевозможных источников загрязнения. Это поиск загрязняющих веществ со стороны промышленных предприятий, автотранспортных магистралей, железнодорожных путей, аэропортов, прудов-отстойников; шламонакопителей, полигонов ТБО и др. с учетом анализа перечня загрязняющих веществ в виде возможной нагрузки из антропогенных источников на окружающую среду в сравнительной характеристике, например, с химическим составом аэрозольных частиц, отобранных в зеленой инфраструктуре селитебной зоны.

**2-й принцип - природный:** установление природной нагрузки на территорию селитебных зон населенных пунктов с помощью дистанционных методов зондирования Земли, а именно полученных данных с использованием новейших спутниковых программ (Landsat-8, Google Earth и др. (USA)), что позволяет выявлять тепловое загрязнение исследуемых территорий (поверхностные температурные аномалии); изучать рельеф исследуемой местности и определять активные геологические структуры Земли, расположенные особенно вблизи жилых зон населенных пунктов.

Некоторыми зарубежными авторами было подмечено, что в активных зонах Земли существует связь между термическими аномалиями и дегазацией [467], например, метана [468], двуокиси углерода [469], инертных газов [470], ртути [471]. Термические аномалии характерны для рифтовых зон [472], разломов [473]. Также известно, что естественные термальные аномалии обычно обнаруживаются в районах действующих [474] и «спящих» [475] вулканов, в океанических внутриплитных магматических центрах [476], в зонах сейсмической активности [477], в месторождениях полезных ископаемых [478,479] и др. Данные факты необходимо учитывать при исследовании загрязнения в населенных пунктах, поскольку загрязнения могут быть природными и происходить из скрытых активных геологических структур, которые необходимо выявлять в регионах и устанавливать за ними особый контроль.

**3-й принцип – геологический:** анализ официальных данных архивной информации по геологическим исследованиям прошлых лет и современности для понимания внутренних процессов в литосфере на изучаемой территории: ее локальной тектоники, исследованию геоактивных зон: разломы, грабены, брахиантиклинали; возможные проявления погребенных палеовулканических областей, скрытых оруденений; исследование стратиграфии, магматизма, электромагнитных свойств местности и др. для целостного понимания различных видов геологических процессов, которые могут происходить на изучаемой территории в недрах Земли. Также при реализации данного принципа есть смысл осуществить химический анализ водных источников: родников, подземных грунтовых вод, в том числе донных отложений, почвы, растений с целью обнаружения геохимических и биогеохимических аномалий в результате рассеивания химических элементов от возможных скрытых месторождений полезных ископаемых, инициирующих природное загрязнение территории или связано с активными зонами Земли в виде дегазации химических соединений из скрытых активных геологических структур и др.

**4-й принцип – сетлементный:** (от англ. settlement – поселение), мониторинг древних поселений людей, стоянок, селищ, курганов, захоронений и

др. на территории исследуемого участка и в его окрестностях; выявление значимых исторических событий на изучаемой территории; анализа деятельности отдельных личностей и произведений их материального творчества, которые внесли определенный вклад в развитие края. Так, например, Матюшин Г.Н. в своей работе анализировал стоянки древнего человека на материке – Африка, состоящего из фундамента докембрийской платформы (аналогичная платформа в Волгоградской области), где, по его мнению, приуроченность древних поселений была исключительно связана именно с древними платформами, рифтами, грабенами, разломами, урановыми провинциями [480]. Подобные исследования проводили Юргенсон Г.А. и др. в Забайкалье, где указанные авторы доказали, древние стоянки первых людей концентрировались около палеовулканов и рудопроявлений, что способствовало развитию древней металлургии [481].

В этой связи, рекомендуется исследовать региональные археологические архивы, в которых можно обнаружить определенные, специфические артефакты, которые могут указывать на род занятий человека в прошлом, наличие там древних металлургических мастерских и гончарных производств и др. Такой подход предоставит целостное понимание об образе жизни и быте древнего человека, роде занятий людей в прошлом на исследуемой территории. Например, в некоторых захоронениях археологами могут встречаться атрибуты литейщиков, гончаров и др., металлургический шлак, литейные формы и др. А это может свидетельствовать о возможном развитии рудного производства, гончарного дела и др. на исследуемой территории с использованием исключительно местного сырья. В связи с чем, исследуемый земельный участок можно причислять к территориям экологического риска, поскольку любые рудные тела – это природные фабрики, которые находятся в активной или полуактивной форме с выбросом в окружающую среду специфических загрязняющих веществ. Реализация данного принципа при исследовании загрязнении территории очень важна, поскольку многие современные населенные пункты могли возникнуть именно там, где ранее процветала металлургия и др., но в силу определенных обстоятельств и исторических событий деятельность древнего человека на

исследуемой территории могла быть недостаточно изучена, как недостаточно могла оказаться и геологическая изученность территорий, на которых стоят современные городские и сельские поселения.

**5-й принцип – медико-экологический:** проведение анализа официальных статистических данных по уровню заболеваемости населения, выявление лидирующих и прогрессирующих заболеваний на исследуемой территории и вблизи нее. Данный принцип позволит спрогнозировать влияние на здоровье человека природных и/или антропогенных факторов.

Так, например, по мнению Вольфсона И.Ф., Пронина А.П., Одеровой А.В. в разных уголках нашей планеты имеет место «флюидная активность Земли (ФАЗ) – наиболее важный геологический процесс постоянного и комплексного воздействия на человека и среду его обитания на глобальном уровне. Глубинные флюиды характеризуются поли-компонентным составом и миграционной способностью. При движении к земной поверхности они испытывают фазовые разделения с образованием бризантных газовых смесей, высоко-ионизированных газов (плазмы) и ионных потоков. При этом возникают такие формы нахождения химических элементов, которые активно проникают в организм человека, жизнеобеспечивающие природные среды и пищевую цепь» [482]. «Именно ФАЗ оказывает на глобальном уровне постоянное ритмично-пульсационное и комплексное воздействие на здоровье, иммунитет, метаболический цикл и другие важнейшие жизненные функции человека» [482].

В этой связи, Вольфсон И.Ф., Фаррахов Е.Г., например, указывает на то, что *«не учитывается глобальное и непрерывное поступление в окружающую среду азотных соединений с современными флюидными потоками. Приоритетная в экологии радоновая проблема обусловлена накоплением урана в подземных водах вследствие длительной разгрузки в них глубинных флюидов. Радиоактивный распад урана и дегазация подземной гидросферы приводят к концентрации радона в зоне аэрации и приземной атмосфере»* [483]. При этом, также приводится научное значение термина «геопатогенной зоны» (ГПЗ) как *«локального аномального участка на земной поверхности, оказывающего*

*негативное воздействие на человека и среду его обитания. Преобладающая часть наиболее опасных ГПЗ приурочена к активным тектоническим узлам, в которых происходят поступление к земной поверхности и разгрузка глубинных флюидов, ионных потоков, канализированных физических полей. Кроме того, здесь имеют место размножение болезнетворных микроорганизмов и метилирование тяжелых металлов» [482]. «Флюидная активность Земли (ФАЗ) оказывает влияние прежде всего на базовую потребность человека в питании. Особенности ФАЗ во многом определяют природная пищевая цепь, модели питания и метаболизм человека [482]. Например, гигантизм, необычайно высокая крахмалистость и сахаристость растительности Памира связаны с интенсивной разгрузкой газифицирующих горячих и холодных углекислых вод» [482, 484].*

Так, интересен опыт ученых из прибалтийских республик по обозначенной тематике. Например, предпринимаемые в настоящее время Правительством Республики Литвы действия по наведению порядка в экологическом законодательстве, научные и практические мероприятия по оценке состояния окружающей среды привели к выявлению районов с повышенным риском заболеваемости населения именно природного характера. К ним относятся Юбаркасский район, характеризующийся высокой газо-насыщенностью почво-грунтов» [482,485], а также территории, прилегающие к городам Клайпеда, Шауляй и Паневежис, где установлены высокие концентрации фтора, бора, стронция и лития в подземных водах [482,486]. По данным некоторых ученых: Šliaura S., Zukauskas G. и др. установлено, что [487] «в западной части республики распространен флюороз и ряд других заболеваний, имеется риск возникновения катастрофических природных явлений, несущих угрозу здоровью и жизни людей. Наличие флюороза подтверждают местные стоматологи, которые призывают население отказываться от использования зубной пасты, содержащей фтор. Известно также, что «бор может оказывать пагубное воздействие на желудочно-кишечный тракт, литий вызывает нарушения нервно-психической сферы человека. Проблемы со здоровьем населения наблюдаются и в других

районах республики. Высокая заболеваемость туберкулезом и раком на юго-западе, западе Литвы» [482], обусловленные действием природных факторов [488]. При этом наблюдается также в восточной части республики Литвы повышенное загрязнение нитратов в подземных водах, что скорее всего является разгрузкой в зоне кольцевого разлома аммоний-содержащих флюидных потоков [482], о чем неоднократно указывал в своих исследованиях Bunnell J. E., Tatu C. A. и др. [489]. «Газовые эманации через разломные зоны могут приводить к выносу из глубин и накоплению в почвенных горизонтах, грунтовых водах и на дне водоемов широкого спектра металлов: ртуть, олово, молибден, литий, рубидий, цезий. Эколого-геохимическими исследованиями в Московской области вдоль р. Малой Истры выявлено обширное аномальное поле с ураганным (до 2000 мг/кг) содержанием молибдена, а в междуречье рек Москвы и Рузы установлены повышенные концентрации таллия» Аномалии эти примечательны тем, что расположены в западном (курортном) Подмоскovie, где отсутствуют значительные промышленные предприятия, а роза ветров препятствует попаданию сюда загрязненного воздуха из Москвы и индустриальных районов Подмоскovie» [482].

**6-й принцип – компарентный** (от англ. comparison): сравнительный анализ и экстраполяция полученных результатов по антропогенным и природным загрязнениям на исследуемом участке; по региональной геологии, по уровню здоровья населения и заболеваниям и др. для комплексной оценки состояния окружающей среды и прогнозированию реальных источников загрязнения.

### **Выводы по главе 3**

1. Разработаны научные основы экологического мониторинга территорий селитебных зон с использованием показателей аэрозолей и представлен алгоритм технологического процесса.

2. Разработана математическая модель интегральной оценки экологического состояния территории с позиции свертки нормированных базовых факторов по

Колмогорову-Нагумо, подобраны функции нормировки для каждого базового фактора.

3. Разработана шкала оценки экологического состояния территории с установлением ее экологического статуса [454].

4. Разработаны основы методологической концепции с ее основополагающими базовыми принципами, позволяющими спрогнозировать источники загрязнения в атмосферном воздухе селитебных зон населенных пунктов.

#### **Глава 4 Апробация экологического мониторинга на территории селитебной зоны с использованием показателей аэрозолей**

Апробация экологического мониторинга с использованием показателей аэрозолей была произведена в селитебной зоне в Волгоградской области (рп Средняя Ахтуба, Среднеахтубинский район). На рисунке У.1 (Приложение У) отображено месторасположение населенного пункта Средняя Ахтуба.

Средняя Ахтуба – это поселок городского типа (рабочий поселок) с населением 14 531, который находится в 15 км от железнодорожной станции Волжский и в 23 км от Волгограда, располагается населенный пункт на берегу реки Ахтуба, которая является левым рукавом реки Волги.

На юге р.п. Средняя Ахтуба граничит с поселком Куйбышев (Среднеахтубинский район, Волгоградская область, Россия) и хутором Красный сад (Среднеахтубинский район, Волгоградская область, Россия). На востоке изучаемый поселок граничит с поселком Стандартный (Среднеахтубинский район, Волгоградская область, Россия), на западе с рекой Ахтуба. Поселок расположен у границы Волго-Ахтубинской поймы и полупустынных областей Прикаспийской низменности, на берегу реки Ахтуба, на высоте 18 метров выше уровня мирового океана. Почвенный покров: распространены солонцы (автоморфные) и каштановые солонцеватые и солончаковые почвы, в Волго-Ахтубинской пойме наблюдаются пойменные луговые почвы.

Среднегодовая температура в р.п. Средняя Ахтуба составляет +8,4 °С, температура самого холодного месяца в поселке в среднем -7,5 °С. Самым жарким месяцем является июль, в среднем температура летом +24,4 °С. Абсолютный максимум температур составляет +43°С. Величина среднего из абсолютных годовых минимумов температуры: -35°С. Расчетная многолетняя норма осадков — 385 мм. Направление ветра преимущественно – западное, характерны резкие перепады температуры. Основной особенностью климата данного района является его резкая континентальность, которая характеризуется

быстрой сменой температур воздуха, низкой относительной влажностью, сильным ветром, а также жарким летом, холодной, малоснежной зимой и небольшим количеством атмосферных осадков. Характерной особенностью климата исследуемого района является высокое испарение воды с поверхности почвы, повышенные скорости ветра [490,491]. Результаты исследований были опубликованы [492].

Исследования в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба проводились в течение 2018, 2019, 2020 гг.

На I, II этапах экологического мониторинга осуществлялся отбор мелкодисперсных частиц с листовых пластинок абрикосовых деревьев (*Prunus armeniaca* L.) в указанной селитебной зоне в течение 2018, 2019, 2020 гг. с приготовлением аэрозольных суспензий.

Листья с аэрозольными частицами отбирались в сентябре 2018-2020 гг. Площадь исследования листовой поверхности в селитебной зоне Средней Ахтубы составила более 9000 см<sup>2</sup>. Приготовление аэрозольных суспензий соотносилось с известными зарубежными методиками (Dzierzanowski et al., 2011; Lukowski et al., 2020).

Процесс исследования аэрозольных показателей в приготовленных суспензиях описывался в главе 2.

Полученные значения аэрозольных показателей подвергались статистической обработке.

#### **4.1 Исследование аэрозольного показателя кислотности в селитебной зоне**

*Проверка гипотезы об однородности выборок в каждой точке исследования, содержащей результаты измерений показателя кислотности аэрозольных суспензий (рН) в селитебной зоне (рп Средняя Ахтуба Среднеахтубинского района Волгоградской области) по критерию Краскела — Уоллиса, 2018-2020 гг.*

Рисунок У.2 (Приложение У) отображает диаграмму размахов значений показателя кислотности (рН) для каждой точки отбора проб в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба в 2018 году. Гипотеза об однородности выборок признана значимой:  $H=12.3622$ ;  $Df=5$ ;  $P\text{-value}=0,987$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

Диаграмма размаха значений показателя кислотности (рН) для каждой точки отбора проб в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба, 2019 год продемонстрирована на рисунке У.3 (Приложение У) [492,493]. Гипотеза об однородности выборок признана значимой:  $H=11,949$ ;  $Df=7$ ;  $P\text{-value}=0,1022$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  [493].

Диаграмма размахов значений показателя кислотности (рН) для каждой точки отбора проб в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба, 2020 год отображена на рисунке У.4 (Приложение У). Гипотеза об однородности выборок признана значимой:  $H=10,327$ ;  $Df=7$ ;  $P\text{-value}=0,1685$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  [494].

В таблице 4.1 представлены средние значения базового фактора (показателя кислотности) ( $x_1$ ), которые были сформированы из данных значений описательных характеристик исследуемого показателя кислотности рН.

Таблица 4.1 Средние значения базового фактора (показателя кислотности (рН)) ( $x_1$ ) в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба, 2018 - 2020 гг.

Территория исследования	Год	$x_1$ , (рН)
Селитебная зона рп Средняя Ахтуба	2018	4,896667
	2019	5,280278
	2020	5,328875

#### **4.2 Исследование аэрозольного показателя удельной электропроводности в селитебной зоне**

*Проверка гипотезы об однородности выборок в каждой точке исследования, содержащей результаты измерений показателя удельной*

*электропроводности (ЕС, мкСм/см) в селитебной зоне (рп Средняя Ахтуба Среднеахтубинского района Волгоградской области) по критерию Краскела — Уоллиса, 2018-2020 гг.*

На рисунке 16 представлена диаграмма размахов исследуемых групп данных значений показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) для каждой точки отбора проб в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба за 2018 год.

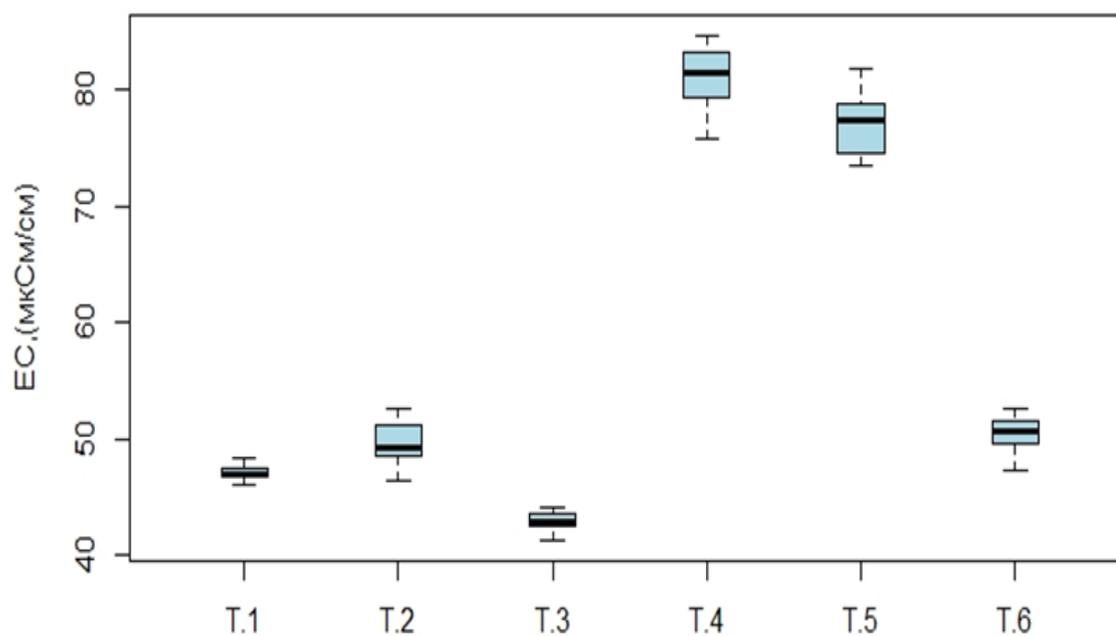


Рисунок 16 – Диаграмма размаха значений показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) для каждой точки отбора проб в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба, 2018 год

Гипотеза об однородности выборок признана значимой:  $N=10,682$ ;  $Df=5$ ;  $P\text{-value}=0,0721$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

Описательные статистики показателя удельной электропроводности аэрозольных суспензий, измеренных на территории селитебной зоны рп Средняя Ахтуба в 2019 году, представлены в таблице 4.2 [454,492].

Диаграмма размаха значений показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) для каждой точки отбора проб в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба за 2019 год указана на рисунке 17.

Таблица 4.2 Описательные характеристики показателя удельной электропроводности аэрозольных суспензий, измеренных на территории селитебной зоны рп Средняя Ахтуба, 2019 год [454,492]

Среднее	Стандартная ошибка	Медиана	Мода	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Экссес	Асимметричность	Счет
100,3643	0,938	98,1	95,3	7,024	49,34	-1,363	0,202	56

Гипотеза об однородности выборок признана значимой:  $N=12,193$ ;  $Df=7$ ;  $P\text{-value}=0,0945$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

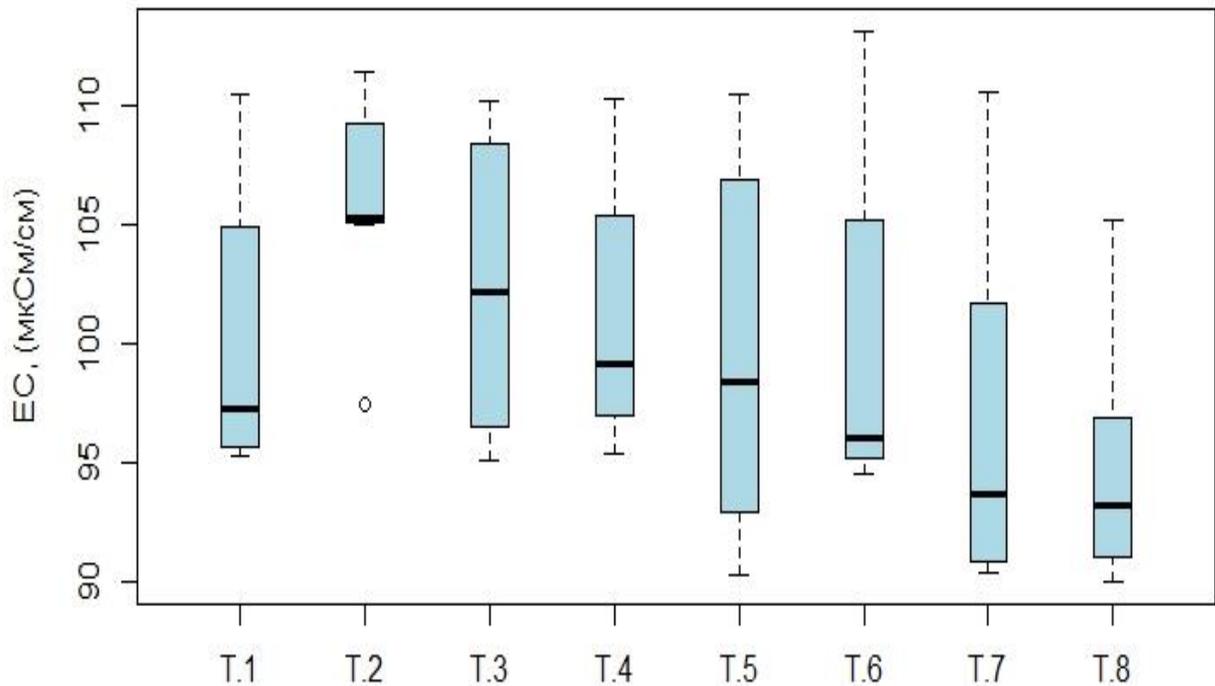


Рисунок 17 – Диаграмма размаха значений показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) для каждой точки отбора проб в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба, 2019 год

В таблице 4.3 представлены описательные статистики показателя удельной электропроводности аэрозольных суспензий, измеренных на территории селитебной зоны рп Средняя Ахтуба в 2020 году [495].

Таблица 4.3 Описательные характеристики показателя удельной электропроводности аэрозольных суспензий, измеренных в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба), 2020 год [495]

Среднее	Стандартная ошибка	Медиана	Мода	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Эксцесс	Асимметричность	Счет
106,3438	0,297	106,25	108,4	2,665	7,104	1,71	-0,834	80

Диаграмма размаха значений показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) для каждой точки отбора проб из селитебной зоны рп Средняя Ахтуба за 2020 год представлена на рисунке 18.

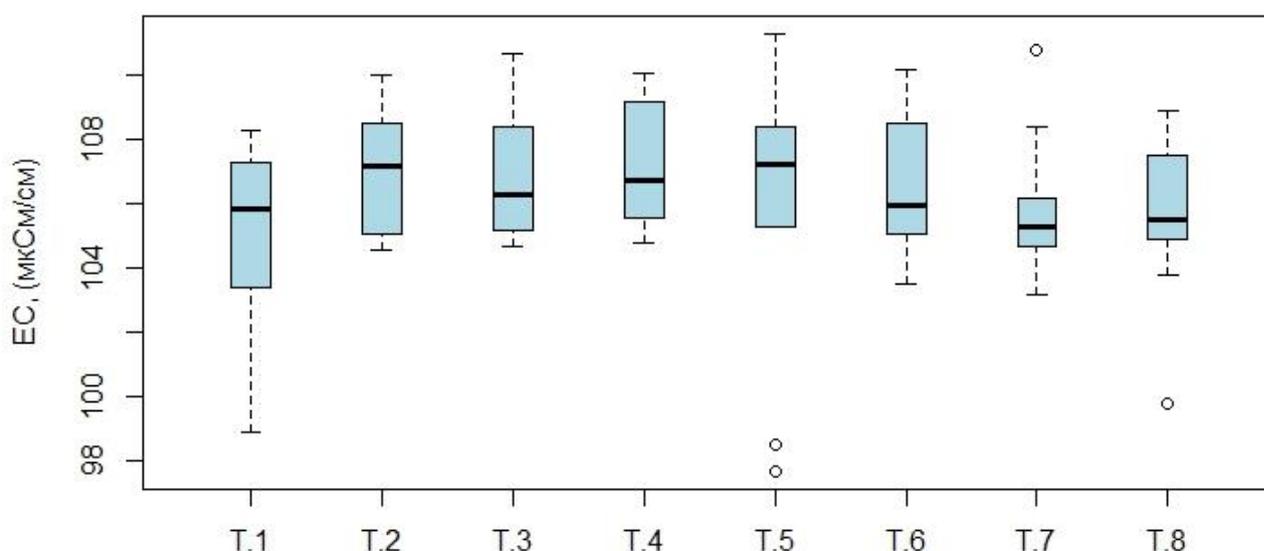


Рисунок 18 – Диаграмма размахов значений показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) для каждой точки отбора проб в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба, 2020 год [492]

Гипотеза об однородности выборок признана значимой:  $N=5,89$ ;  $Df=7$ ;  $P\text{-value}=0,5525$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

В таблице 4.4 представлены средние значения базового фактора (показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см)) ( $x_2$ ), которые были сформированы

из данных значений описательных характеристик исследуемого показателя кислотности (ЕС, мкСм/см)).

Таблица 4.4 Средние значения базового фактора (показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см)) ( $x_2$ ) на экспериментальной территории, 2018 - 2020 гг.

Территория исследования	Год	$x_2$ , (ЕС, мкСм/см)
Селитебная зона рп Средняя Ахтуба	2018	57,945
	2019	100,3643
	2020	106,3438

#### 4.3 Исследование аэрозольного показателя развития тест-объектов в селитебной зоне

*Проверка гипотезы об однородности выборок в каждой точке исследования, содержащей результаты измерений показателя развития тест-объектов ( $Lr$ , см) в селитебной зоне (рп Средняя Ахтуба Среднеахтубинского района Волгоградской области) по критерию Краскела — Уоллиса, 2018-2020 гг.*

На рисунке У.5 (Приложение У) представлена диаграмма размахов исследуемых групп данных значений показателей тест-объектов ( $Lr$ , см) для каждой точки отбора проб в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба Среднеахтубинского района Волгоградской области за 2018 год [492].

Гипотеза об однородности выборок признана значимой:  $N=27,508$ ;  $Df=17$ ;  $P\text{-value}=0,0513$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

В таблице 4.5 представлены описательные статистики показателя развития тест-объектов ( $Lr$ , см) на субстрате аэрозольных суспензий, измеренных на территории в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба.

Таблица 4.5 Описательные статистики показателя развития ( $Lr$ , см)  
тест-объектов в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба, 2019 год

Средне е	Стандартн ая ошибка	Медиан а	Мод а	Стандартн ое отклоне ние	Дисперс ия выборки	Эксцес с	Асимметричн ость	Счет
4,34	0,041	4,7	5,1	1,43	2,05	3,48	-1,89	1200

Диаграммы размахов исследуемых групп данных представлены на рисунке 19.

Гипотеза об однородности выборок признана значимой:  $N=28,012$ ;  $Df=23$ ;  $P\text{-value}=0,0511$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ . На рисунке 20 представлены диаграммы размахов исследуемых групп данных по показателю развития тест-объектов ( $Lr$ , см) из селитебной зоны рп Средняя Ахтуба.

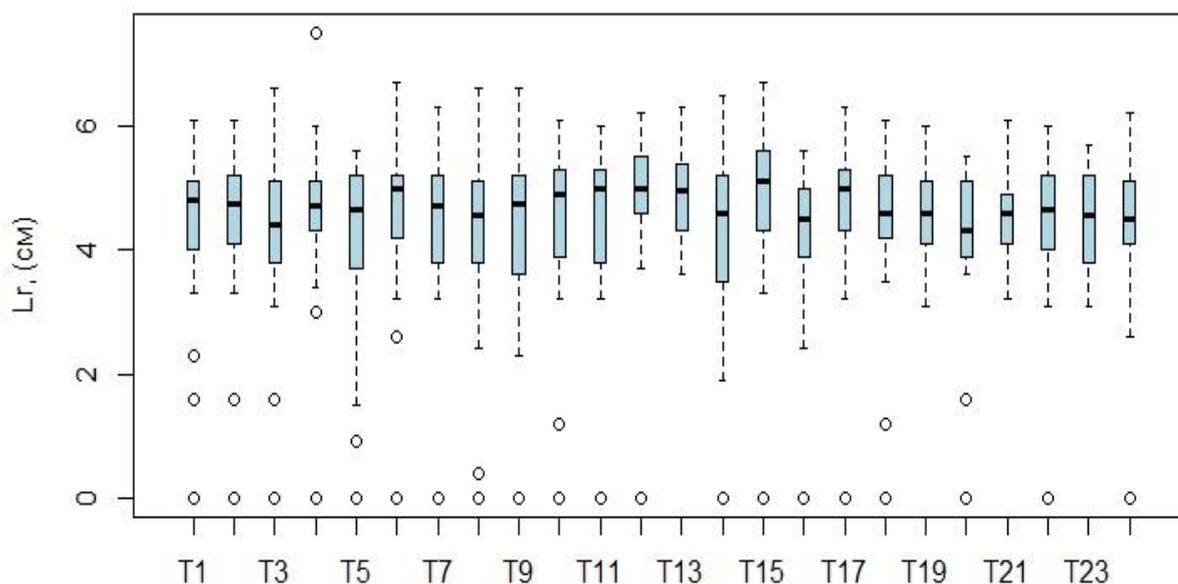


Рисунок 19 – Диаграмма размаха значений показателей тест-объектов ( $Lr$ , см)  
для каждой точки отбора проб в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба  
Среднеахтубинского района Волгоградской области, 2019 год [492]

Гипотеза об однородности выборок признана значимой:  $N=27,98$ ;  $Df=24$ ;  $P\text{-value}=0,053$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

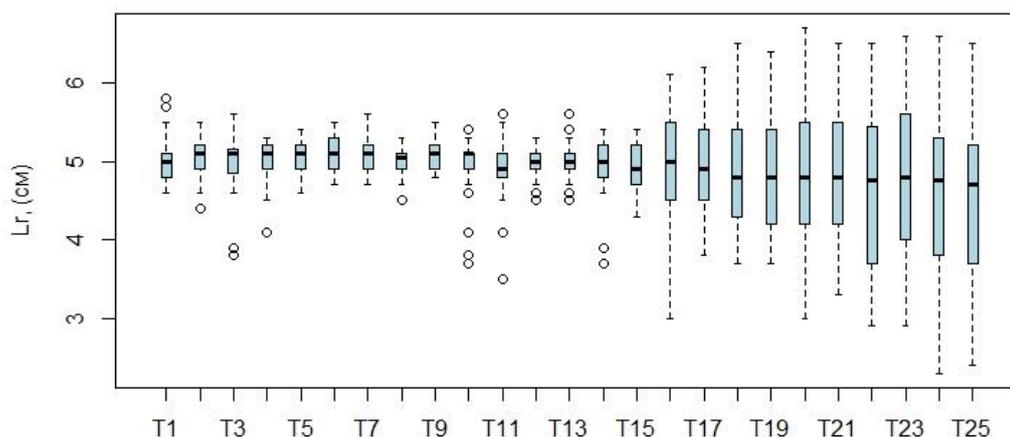


Рисунок 20 – Диаграмма размаха значений показателей тест-объектов ( $L_r$ , см) для каждой точки отбора проб в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба Среднеахтубинского района Волгоградской области, 2020 год [492]

В таблице 4.6 представлены средние значения базового фактора (показателя развития тест-объектов ( $L_r$ , см)) ( $x_3$ ) за 2018-2020 гг.

Результаты исследования токсичности атмосферного воздуха в рп Средняя Ахтуба опубликованы [455,495].

Таблица 4.6 Средние значения базового фактора показателя развития тест-объектов ( $L_r$ , см)) ( $x_3$ ) на экспериментальной территории, 2018 - 2020 гг.

Территория исследования	Год	$x_3$ , ( $L_r$ , см)
Селитебная зона рп Средняя Ахтуба	2018	3,83
	2019	4,34
	2020	4,8

#### 4.4 Исследование аэрозольного показателя количества частиц в селитебной зоне

*Проверка гипотезы об однородности выборок в каждой точке исследования, содержащей результаты измерений показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$ ,%) в селитебной зоне (рп Средняя Ахтуба*

**Среднеахтубинского района Волгоградской области) по критерию [495]  
Краскела — Уоллиса, 2018-2020 гг.**

Расчет дисперсионного состава аэрозольных частиц, в том числе, установление значений показателей количества частиц и их массовой доли рассматривались ранее в главе 2,3. Исследования по указанным показателям в селитебной зоне опубликованы [496,497].

На рисунке У.6 (Приложение У) представлена диаграмма размахов исследуемых групп данных за 2018 год. Гипотеза об однородности выборок признана значимой:  $H=11,199$ ;  $Df=5$ ;  $P\text{-value}=0,078$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

В таблице 4.7 представлены описательные статистики показателя количества аэрозольных частиц ( $N(d_{PM10})$ , %) в 2019 году в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба.

На рисунке У.7 (Приложение У) представлена диаграмма размахов исследуемых групп данных за 2019 год. Гипотеза об однородности выборок признана значимой:  $H=13,63$ ;  $Df=9$ ;  $P\text{-value}=0,1359$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

Таблица 4.7 Описательные статистики показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$ , %) в 2019 году в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба [497]

Среднее	Стандартная ошибка	Медиана	Мода	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Эксцесс	Асимметричность	Счет
85,55	1,52	90,30	84	15,19	230,61	5,25	-2,39	100

В таблице 4.8 представлены описательные статистики показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$ , %) в 2020 году в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба. На рисунке У.8 (Приложение У) представлены диаграммы размахов исследуемых групп данных за 2020 год. [496].

Таблица 4.8 Описательные статистики показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$ , %), в 2020 году в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба [495]

Средне е	Стандартн ая ошибка	Медиан а	Мод а	Стандартн ое отклонени е	Дисперс ия выборки	Эксцес с	Асимметричн ость	Счет
89,66	0,98	93,32	91,9	9,82	96,44	7,79	-2,41	100

Гипотеза об однородности выборок признана значимой:  $N=11,227$ ;  $Df=9$ ;  $P\text{-value}=0,26$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ . В таблице 4.9 представлены средние значения базового фактора (показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$  ( $x_4$ )) в долях за 2018-2020 гг, которые были получены из селитебной зоны.

Таблица 4.9 Средние значения базового фактора показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$  ( $x_4$ )) из селитебной зоны рп Средняя Ахтуба, 2018 - 2020 гг.

Год	$x_4$ , ( $N_{PM10}$ ), доля
2018	0,9155
2019	0,8555
2020	0,8966

#### 4.5 Исследование аэрозольного показателя массовой доли частиц в селитебной зоне

*Проверка гипотезы об однородности выборок в каждой точке исследования, содержащей результаты измерений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %) в селитебной зоне (рп Средняя Ахтуба Среднеахтубинского района Волгоградской области) по критерию Краскела — Уоллиса, 2018-2020 гг. [492, 496]*

В таблице 4.10 представлены описательные статистики показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %) в 2018 году из селитебной зоны рп Средняя Ахтуба [454].

Таблица 4.10 Описательные статистики показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %) в 2018 году из селитебной зоны Средняя Ахтуба [454]

Среднее	Стандартная ошибка	Медиана	Мода	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Эксцесс	Асимметричность	Счет
44,1	3,72	38,1	100	28,78	828,57	-0,494	0,667	60

На рисунке У.9 (Приложение У) представлена диаграмма размахов исследуемых групп данных показателей массовой доли частиц за 2018 год. Гипотеза об однородности выборок признана значимой:  $N=12,444$ ;  $Df=5$ ;  $P\text{-value}=0,068$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ . В таблице 4.11 представлены описательные статистики показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %) в 2019 году в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба.

На рисунке У.10 (Приложение У) представлена диаграмма размахов исследуемых групп данных показателей массовой доли частиц за 2019 год. Гипотеза об однородности выборок признана значимой:  $N=10,259$ ;  $Df=9$ ;  $P\text{-value}=0,06169$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

Таблица 4.11 Описательные статистики показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %) в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба, 2019 год [497]

Среднее	Стандартная ошибка	Медиана	Мода	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Эксцесс	Асимметричность	Счет
28,54	1,76	27,38	0,36	17,61	310,12	-0,41	0,25	100

В таблице 4.12 представлены описательные статистики показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %) в 2020 году в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба.

Таблица 4.12 Описательные статистики показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %), в 2020 году в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба [495]

Среднее	Стандартная ошибка	Медиана	Мода	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Эксцесс	Асимметричность	Счет
34,56	2,04	38,13	0,46	20,42	416,96	-0,78	-0,47	100

На рисунке У.11 (Приложение У) представлена диаграмма размахов исследуемых групп данных показателей массовой доли частиц за 2020 год. Гипотеза об однородности выборок признана значимой:  $H=10,501$ ;  $Df=9$ ;  $P\text{-value}=0,3115$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ . В таблице 4.13 представлены средние значения базового фактора (показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10}(x_5))$ ) в долях.

Таблица 4.13 Средние значения базового фактора показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10}(x_5))$ ) в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба, 2018 - 2020 гг.

Год	$x_5$ , ( $D(d_{PM10})$ ), доля
2018	0.441
2019	0.2854
2020	0.3456

Средние значения базовых факторов, установленные в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба отражены в таблице У.1 (Приложение У).

#### 4.6 Интегральная оценка экологического состояния территории селитебной зоны и прогнозирование источников загрязнения атмосферного воздуха

Получив средние данные по пяти базовым факторам (аэрозольным показателям), была выполнена интегральная оценка экологического состояния территории селитебной зоны рп Средняя Ахтуба ( $Q_{\text{Ср.Ах}}$ ), которая определялась сверткой нормированных базовых факторов по Колмогорову-Нагумо, соответствующих функциям, рассмотренных ранее в главе 3.

Интегральная оценка экологического состояния территории селитебной зоны рп Средняя Ахтуба была реализована на III этапе экологического мониторинга.

**Приведем пример расчета нормировки полученных значений базовых факторов в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба в 2018 году.**

1. Нормируем показатель  $D_{\text{PM}_{10}}$ , исходное значение 0,44

$$p_1(x) = 1 - \frac{1}{\ln(2)} \ln(x+1) = 1 - \frac{\ln(0.44+1)}{\ln(2)} = 0.474.$$

2. Нормируем показатель  $N_{\text{PM}_{10}}$ , исходное значение 0,915

$$p_2(x) = 1 - \frac{1}{\ln(2)} \ln(x+1) = 1 - \frac{\ln(0.915+1)}{\ln(2)} = 0.063.$$

3. Нормируем показатель ЕС, исходное значение 57,94 мкСм/см

$$p_3(x) = e^{-\frac{x^2}{3200}} = e^{-\frac{57,94^2}{3200}} = 0.35.$$

4. Нормируем показатель рН, исходное значение 4,89 [454]

$$p_4(x) = \begin{cases} 1 & \text{при } 5,5 \leq x \leq 6,5 \\ -0,05x^2 + 0,95x - 2,7125 & \text{при } 3,5 \leq x < 5,5 = 0,778 \\ -0,05x^2 + 0,25x + 1,48 & \text{при } 6,5 < x \leq 8,5. \end{cases}$$

5. Нормируем показатель Lr, исходное значение 3,8

$$p_5(x) = \begin{cases} \frac{1}{\ln(5,36)} \ln(x+1) & \text{при } x < 4,36 \\ 1 & \text{при } x \geq 4,36 \end{cases} = 0,934.$$

После нормирования показателей, вычисляем суммарную оценку качества экологического состояния селитебной зоны рп Средняя Ахтуба. Весовые коэффициенты  $\alpha_i$  примем равными 1, так как считаем, что наши показатели одинаково важны для оценки качества [454] экологического состояния территорий.

$$Q_{Ср.Ах} = -\ln\left(\frac{\alpha_1 e^{-p_1} + \alpha_2 e^{-p_2} + \alpha_3 e^{-p_3} + \alpha_4 e^{-p_4} + \alpha_5 e^{-p_5}}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5}\right) \\ = -\ln\left(\frac{e^{-0.474} + e^{-0.063} + e^{-0.35} + e^{-0.778} + e^{-0.934}}{5}\right) = -\ln(0.624) = 0.472.$$

Таким образом, интегральная оценка экологического состояния территории или суммарная оценка качества селитебной зоны рп Средняя Ахтуба в 2018 году была установлена как  $Q_{Ср.Ах} = 0,472$ , зоне было присвоено 3 балла (см. главу 3), т. е. экологический статус селитебной зоны характеризовался как «зона кризиса», что было обусловлено загрязнением окружающей среды.

**Приведем пример расчета нормирования полученных значений базовых факторов в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба в 2019 году.**

1. Нормируем показатель  $D_{PM10}$ , исходное значение 0,285

$$p_1(x) = 1 - \frac{1}{\ln(2)} \ln(x+1) = 1 - \frac{\ln(0.285+1)}{\ln(2)} = 0.638.$$

2. Нормируем показатель  $N_{PM10}$ , исходное значение 0,855

$$p_2(x) = 1 - \frac{1}{\ln(2)} \ln(x+1) = 1 - \frac{\ln(0.855+1)}{\ln(2)} = 0.109.$$

3. Нормируем показатель ЕС, исходное значение 100,36 мкСм/см

$$p_3(x) = e^{-\frac{x^2}{3200}} = e^{-\frac{100,36^2}{3200}} = 0.043.$$

4. Нормируем показатель рН, исходное значение 5,28

$$p_4(x) = \begin{cases} 1 & \text{при } 5,5 \leq x \leq 6,5 \\ -0,05x^2 + 0,95x - 2,7125 & \text{при } 3,5 \leq x < 5,5 = 0,91 \\ -0,05x^2 + 0,25x + 1,48 & \text{при } 6,5 < x \leq 8,5. \end{cases}$$

5. Нормируем показатель Lr, исходное значение 4,3

$$p_5(x) = \begin{cases} \frac{1}{\ln(5,36)} \ln(x+1) & \text{при } x < 4.36 \\ 1 & \text{при } x \geq 4.36 \end{cases} = 0,993.$$

После нормировки вычислим суммарную оценку качества экологического состояния селитебной зоны. Весовые коэффициенты  $\alpha_i$  примем равными 1, т. к. считаем, что наши показатели одинаково важны для оценки качества экологического состояния территории.

$$\begin{aligned} Q_{Ср.Ах} &= -\ln\left(\frac{\alpha_1 e^{-p_1} + \alpha_2 e^{-p_2} + \alpha_3 e^{-p_3} + \alpha_4 e^{-p_4} + \alpha_5 e^{-p_5}}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5}\right) = \\ &= -\ln\left(\frac{e^{-0.638} + e^{-0.109} + e^{-0.043} + e^{-0.91} + e^{-0.993}}{5}\right) = -\ln(0.631) = 0.46. \end{aligned}$$

Таким образом, интегральная оценка экологического состояния территории или суммарная оценка качества селитебной зоны рп Средняя Ахтуба в 2019 году была установлена как  $Q_{Ср.Ах.} = 0,46$ , зоне было присвоено 3 балла (см. главу 3), т. е. экологический статус селитебной зоны характеризовался как «зона кризиса», что было обусловлено загрязнением окружающей среды.

**Приведем пример расчета нормировки полученных значений базовых факторов в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба в 2020 году.**

1. Нормируем показатель  $D_{PM10}$ , исходное значение 0,345

$$p_1(x) = 1 - \frac{1}{\ln(2)} \ln(x+1) = 1 - \frac{\ln(0.345+1)}{\ln(2)} = 0.572.$$

2. Нормируем показатель  $N_{PM10}$ , исходное значение 0,896

$$p_2(x) = 1 - \frac{1}{\ln(2)} \ln(x+1) = 1 - \frac{\ln(0.896+1)}{\ln(2)} = 0.077.$$

3. Нормируем показатель ЕС, исходное значение 106,34 мкСм/см

$$p_3(x) = e^{-\frac{x^2}{3200}} = e^{-\frac{106,34^2}{3200}} = 0.029.$$

4. Нормируем показатель рН, исходное значение 5,328

$$p_4(x) = \begin{cases} 1 & \text{при } 5,5 \leq x \leq 6,5 \\ -0,05x^2 + 0,95x - 2,7125 & \text{при } 3,5 \leq x < 5,5 = 0,93 \\ -0,05x^2 + 0,25x + 1,48 & \text{при } 6,5 < x \leq 8,5. \end{cases}$$

5. Нормируем показатель Lr, исходное значение 4,8

$$p_5(x) = \begin{cases} \frac{1}{\ln(5,36)} \ln(x+1) & \text{при } x < 4,36 \\ 1 & \text{при } x \geq 4,36 \end{cases} = 1.$$

После нормировки вычисляем суммарную оценку качества экологического состояния селитебной зоны. Весовые коэффициенты  $\alpha_i$  примем равными 1, т.к. считаем, что наши показатели одинаково важны для оценки качества экологического состояния.

$$\begin{aligned} Q_{\text{Ср.Ах}} &= -\ln \left( \frac{\alpha_1 e^{-p_1} + \alpha_2 e^{-p_2} + \alpha_3 e^{-p_3} + \alpha_4 e^{-p_4} + \alpha_5 e^{-p_5}}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5} \right) = \\ &= -\ln \left( \frac{e^{-0,572} + e^{-0,077} + e^{-0,029} + e^{-0,93} + e^{-1}}{5} \right) = -\ln(0,645) = 0,439. \end{aligned}$$

Интегральная оценка экологического состояния территории селитебной зоны рп Средняя Ахтуба в 2018 году была установлена в 3 балла и характеризовалась как «зона кризиса», что было обусловлено загрязнением окружающей среды. Данные результатов вычислений интегральной оценки экологического состояния территории ( $Q_{\text{Ср.Ах}}$ ) селитебной зоны Средняя Ахтуба изложены в таблице 4.14, опубликованы [454].

Таблица 4.14 Результаты вычислений интегральной экспресс-оценки экологического состояния территорий ( $Q_{\text{Ср.Ах}}$ )

Территории исследования	Годы	Интегральная оценка экологического состояния территории ( $Q_{\text{Ср.Ах}}$ )	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		

В связи с вышеизложенным, на III этапе экологического мониторинга был рассчитан экологический статус территории селитебной зоны, которой можно охарактеризовать как «зона кризиса» в связи с установленным загрязнением атмосферного воздуха за период 2018-2020 гг.

IV этап экологического мониторинга был направлен на прогнозирование источников загрязнения в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба.

Для оперативного выявления источников загрязнения окружающей среды автором были разработаны основы методологической концепции, которая базируется на шести ее основополагающих принципах, из которых складывается алгоритм поиска источников загрязнения окружающей среды с идентификацией антропогенных или природных выбросов химических соединений или смешанного типа загрязнения атмосферного воздуха на исследуемой территории (см. глава 3).

При осуществлении «антропогенного» принципа в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба исследовалась антропогенная нагрузка со стороны доминирующих предприятий-загрязнителей и других возможных источников.

Основная техногенная нагрузка на жилую зону малоэтажной застройки в населенном пункте Средняя Ахтуба происходила от предприятий стройиндустрии, которые находились в непосредственной с ней близостью (рисунок Ф.1, Приложение Ф).

Ведущей деятельностью, указанных предприятий является производство керамзитового гравия и керамзитобетонных изделий, производство товарного бетона и раствора, где в качестве сырья используются глинистые породы. Отходы технологического производства данных предприятий отражены в Приложении Ф (таблица Ф.1, таблица Ф.2).

Антропогенную нагрузку на рп Средняя Ахтуба, исходя из розы ветров, могли также оказывать другие источники, которые продемонстрированы на рисунке Ф.2 (Приложение Ф).

Так, исходя из литературных источников, птицефабрики выбрасывают в атмосферы кислые примеси [498-500]; мелкодисперсные частицы [501-503]; пестициды [504] и др.

Пруд-испаритель «Большой Лиман» (точка 3, рисунок Ф.2) располагается в 12 км от рп Средняя Ахтуба и представляет собой аккумулятор промышленных сточных вод от химических предприятий г. Волжского (Волгоградская область), был открыт в 1962 г. «Большой Лиман» представляет собой замкнутую котловину общей площадью 60 км<sup>2</sup>. По мнению Сергиенко Л. И., Подколзина М. М. испарения летучих загрязняющих веществ с акватории «Большого Лимана» – очень высоко [505].

Полигон ТБО, г. Волжский (точка 4, рисунок Ф.2) находится на севере от рп Средняя Ахтуба, приблизительно в 8 км. от него, который также оказывает нагрузку в виде выбросов NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, NO и других веществ [506].

Полигон ТБО может оказывать давление на окружающую среду в виде серо-азотсодержащих соединений, летучих органических соединений [507], мелкодисперсной пыли, содержащей токсичные металлы [508]; SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub> [509].

Peter A. E. и др. исследовали «выбросы токсичных мелкодисперсных частиц (PM<sub>2.5</sub>) из 30-летней свалки твердых бытовых отходов (ТБО) и связанные с этим риски для здоровья». Особо токсичными PM<sub>2.5</sub> является, по их мнению, пыль со свалок в зимние месяцы. «Оцененные риски ингаляционного рака, связанные с ТТМ (токсичные тяжелые металлы), связанными с PM<sub>2.5</sub>, указали на неблагоприятные последствия для здоровья в соседних общинах» «Оцененные риски ингаляционного рака, связанные с ТТМ, связанными с PM<sub>2.5</sub>, указали на неблагоприятные последствия для здоровья в соседних общинах. Ими были обнаружены в пыли: «токсичные органические функциональные группы альдегидных и кетоновых карбониллов», преобладание «ионов SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (>25 %) и NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (>20 %)», токсичных металлов [510].

Недалеко от полигона твердых бытовых отходов находится свалка промышленных отходов (точка 8, рисунок Ф.2).

В 13 км на северо-запад от рп Средняя Ахтуба расположена промышленная зона г. Волжского с предприятиями, которые загрязняют атмосферный воздух своими выбросами (точка 5, рисунок Ф.2).

Так, например, ОАО «Волжский абразивный завод» является источником следующих загрязняющих веществ:  $H_2S$ ,  $SO_2$ ,  $NO_2$ , пыль (взвешенные вещества); ОАО «ЕПК-Волжский» -  $H_2S$ ,  $SO_2$ ,  $NO_2$ , формальдегид,  $NH_3$ ,  $Cl_2$ , предельные и непредельные углеводороды; бензол, толуол, ксилол, стирол; АО «Волжский оргсинтез» -  $H_2S$ ,  $SO_2$ ,  $NO_2$ , сероуглерод; ОАО «Волжский трубный завод» -  $H_2S$ ,  $SO_2$ ,  $NO_2$ , пыль (взвешенные вещества) [511].

При этом на территории г. Волжского также функционируют другие промышленные предприятия, оказывающие определенную антропогенную нагрузку на экологию города Волжского, а при ветровых нагрузках на близлежащие территории.

Местоположение промышленных предприятий г. Волжского изображено на рисунке 21.

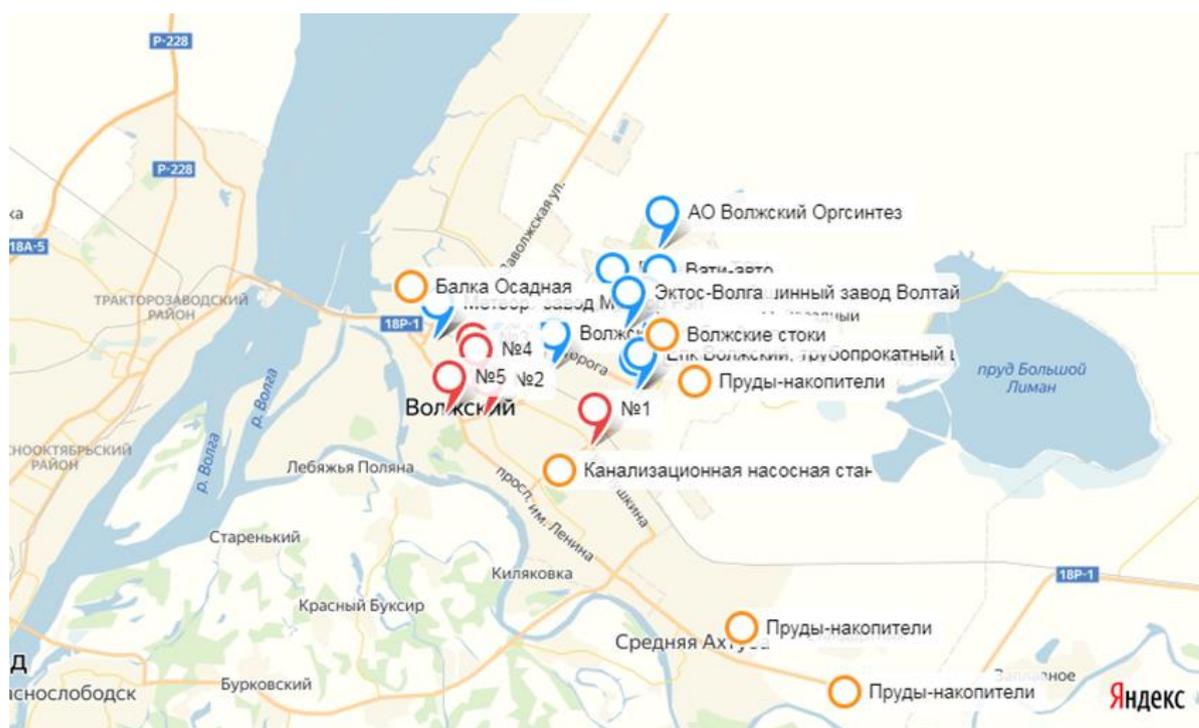


Рисунок 21 – Ситуационная карта промышленного центра г. Волжского (Волгоградская область)

Известно, что по количеству загрязняющих веществ, выбрасываемых в окружающую среду, лидирует ОАО «Волжский абразивный завод». Однако с данного предприятия, согласно официальной статистике, например, поступает

всего лишь около 100 тонн в год сероводорода от общей массы загрязняющих веществ всех крупных предприятий города (50 000 тонн в год) или 0,2 % доли в общей массе всех выбросов.

Токсичные продукты в г. Волжском могут также поступать из сети городских канализационных сооружений.

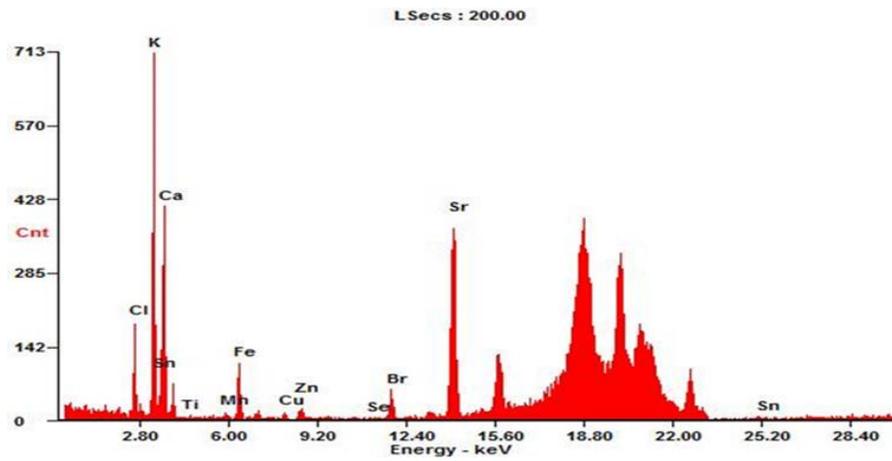
Точка 7 (рисунок Ф.2) - автомагистраль. Так, ряд авторов анализировали выбросы загрязняющих веществ от износа тормозных колодок, автошин, которые поставляют в окружающую среду токсичные металлы, токсичные органические загрязнители, пылевидных частицы [512-520] и др.

Пруды-накопители (точка 6, рисунок Ф.2) (МУП «Среднеахтубинские тепловые сети») находятся на севере от рп Средняя Ахтуба, в 1 км и представляют собой аккумулятор слива хозяйственно-бытовых сточных вод из рп Средняя Ахтуба от более 100 хозяйствующих субъектов. Испарения загрязняющих веществ пруда представляют собой аэрозоли сточных вод от следующих объектов: Площадка №1 База, 404143, Волгоградская обл., Среднеахтубинский р-он, р.п. Средняя Ахтуба, ул. Рабочая 37; Производственный корпус: металлообрабатывающее оборудование (сверлильный станок 2С132, токарно-винторезный станок 16В20, шлифовальный станок, токарный станок 1А616), пост сварки (электродов марок АНО-21 и МР-3), автостоянка; Площадка №2 Котельная №6, 404143, Волгоградская обл., Среднеахтубинский р-н. р.п. Средняя Ахтуба, ул. Садовая; Котельная (водогрейные котлы КВа-0,25 (2 шт.); Площадка №3 Котельная № 5, 404143, Волгоградская обл., Среднеахтубинский р-он, р.п. Средняя Ахтуба, ул. Омская; Котельная (водогрейные котлы КВС-1,5 (1 шт.) и КВС-2,5 (2 шт.); Площадка №4 Котельная № 4, 404143, Волгоградская обл., Среднеахтубинский р-он, р.п. Средняя Ахтуба, I микрорайон; Котельная (водогрейные котлы: UNICAL (2 шт.), ДКВР-4 (1 шт.), ДКВР-6,5 (1 шт.), КВС-1,5 (2 шт.) и др.

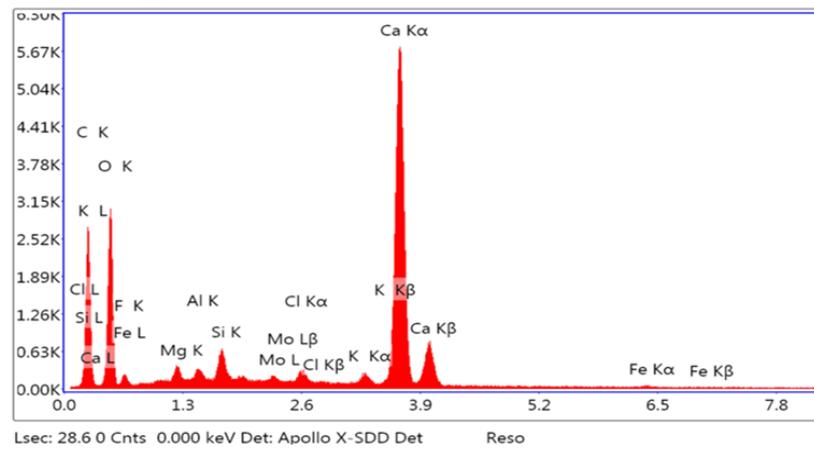
Исходя из возможной доминирующей антропогенной нагрузки, автором было обращено внимание на предприятия строительной индустрии,

расположенные непосредственно в рп Средняя Ахтуба – это керамзитовые производства. Так, химический состав выбросов с указанных предприятий стройиндустрии (таблица Ф.1, таблица Ф.2 Приложение Ф) демонстрирует то, что основными загрязняющими веществами является смесь кислых, минерализованных в том числе, металлических примесей и др., а именно:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{HCl}$  и др., что подтверждается ранее проведенными исследованиями, где были выявлены в течение трех лет высокие значения аэрозольного показателя - удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см), достигающие значения 100 мкСм/См и более, а также установлены низкие значения аэрозольного показателя - кислотности (рН), которые достигали значений: рН=4,7 в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба.

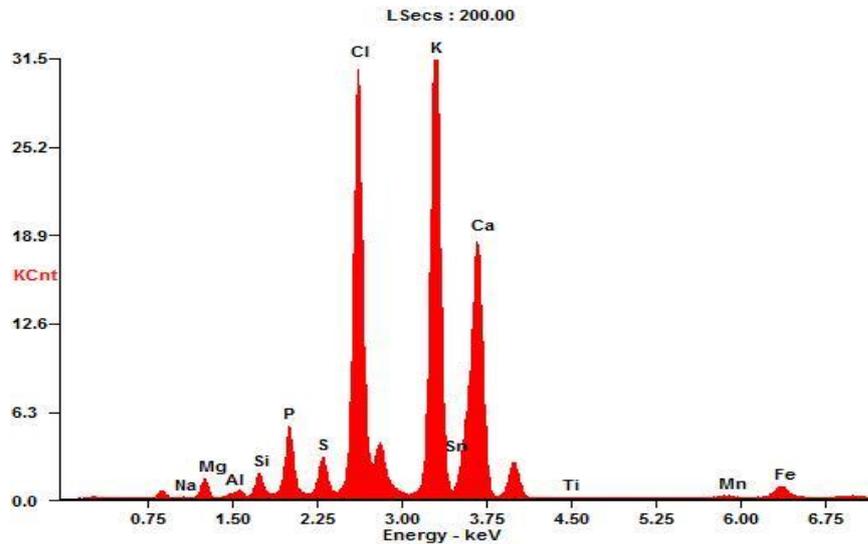
Проведенный химический анализ аэрозольных частиц, отобранных на листьях абрикосовых деревьев (*Prunus armeniaca*) в селитебных зонах рп Средняя Ахтуба, например, в 2018 году позволил выявить, что аэрозоли с поверхности листа содержали аналогичные химические элементы и их соединения, что и выбросы с указанных предприятий стройиндустрии. Это свидетельствует о нагрузке предприятий по производству керамзита на территорию жилых зон рп Средняя Ахтуба и о недостаточной защите окружающей среды со стороны функционирующих керамзитовых производств. При этом, как видно из рисунка 22, кроме указанных химических элементов с предприятий стройиндустрии, на поверхности листьев абрикосовых деревьев были обнаружены и другие химические соединения:  $\text{Ti}$ ;  $\text{Mg}$ ;  $\text{S}$ ;  $\text{Cl}$ ,  $\text{Br}$ ;  $\text{K}$ ;  $\text{P}$  и др., в том числе редкие металлы:  $\text{Mo}$  (тяж.);  $\text{Sr}$  (тяж.);  $\text{Sn}$  (тяж.) и др.:  $\text{Zn}$  (тяж.);  $\text{Cu}$  (тяж.); которые могли попасть в атмосферный воздух селитебной зоны рп Средняя Ахтуба из дополнительных источников антропогенного загрязнения с близлежащих территорий промышленных зон, например, г. Волжского, в том числе транзитным воздушным путем, а также в виде эолового загрязнения, например, с земельного участка, расположенного между г. Волжским и прудом-испарителем «Большой Лиман» или других территорий [449,521].



а



б



в

Рисунок 22 – Диаграммы распределения химических элементов аэрозольных частиц, отобранных с листовых пластинок *Prunus armeniaca* в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба на спектрометре ElvaX (а, в), сканирующий электронный микроскоп «Versa 3D Dual Beam» (б)

При реализации «природного» принципа исследовалась возможная природная нагрузка на территорию жилой зоны рп Средняя Ахтуба, которая была проанализирована с помощью новейшей спутниковой программы (Landsat-8, USA) (Glinyanova I. et al., 2022).

На основании полученных данных автором впервые в Волгоградской области была построена карта тепловых загрязнений (поверхностных температурных аномалий) левобережной части региона, в частности, вблизи селитебной зоны рп Средняя Ахтуба (рисунок 23), которая указала на источники возможного природного загрязнения жилой зоны, находящиеся, в том числе, в природном парке «Волго-Ахтубинская пойма».

Поскольку известно, что поверхностные температурные аномалии являются зеркальным отражением локальных внутренних геологических процессов исследуемой территории, описанных ранее в главе 1.3.

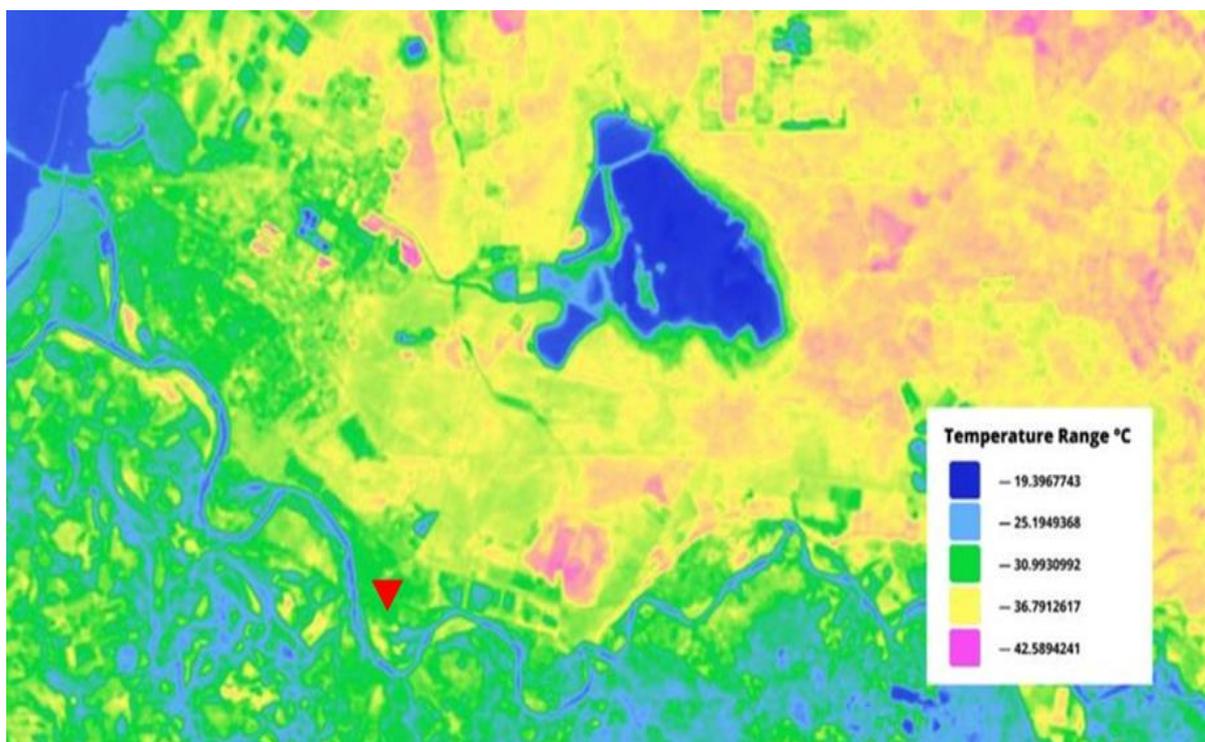


Рисунок 23 – Ситуационная карта поверхностных температурных аномалий в рп Средняя Ахтуба (отмечено красным треугольником) и ее окрестностях, (Landsat - 8 (USA):LC8[172\_26] (2021-08-29\_007-54) LST\_B10)): температура поверхности земли от +19.3967743 °C до +42.5894241°C [492]

Из рисунка 23 видно, что тепловые аномалии удаляются на большие расстояния от пруда-испарителя и большая часть их находится в степной зоне, где расположены сельскохозяйственные угодья и необрабатываемые поля, что свидетельствует о возможной значительной природной нагрузке в исследуемой местности.

Вокруг пруда-испарителя обнаружена сеть линеаментов (рисунок Ф.3, Приложение Ф), подчеркивающая естественное происхождение пруда-испарителя «Большой Лиман» и выраженный тектонический разлом, что прослеживается по периметру котловины пруда-испарителя «Большой Лиман» при использовании спутниковой программы Google Earth и др., который интерпретируется автором как кольцевой разлом.

Кольцевые структуры обычно приурочены к тектоническим кластерным зонам [522,523], для которых характерна дегазация  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$  [524] и т.д. При этом считается, что кольцевые разломы могут быть кальдерами древних вулканов [525], которые распространены на щитах древних платформ [526].

Волгоградская область расположена на древней докембрийской платформе, возраст которой составляет миллиарды лет. Не исключено, что «Большой лиман» является вулканическим озером, так как известно, что вулканические озера являются результатом поверхностных проявлений гидрогеологии вулканических комплексов и связаны с ними геотермальными и вулканическими процессами.

В частности, вулканические озера являются местами возможного смешения поверхностных флюидов (воды) и эндогенных флюидов (газа и/или магмы) [527], это пересечения магмо-гидротермальных систем и земной поверхности и являются «голубыми окнами» в недра вулкана [528].

На рисунке Ф.4 (Приложение Ф) показана сеть линеаментов Прикаспийской впадины, куда входит территория Заволжья, в том числе рп Средняя Ахтубы и его окрестности [529].

Установлено, что линеаменты, именуемые зонами разломов, являются источниками повышенных выделений радона и других газов [530]. Анализ существующих линеаментов в разных странах мира выявил тенденцию их

расположения в единстве с вулканическими ареалами [531], вулканической активностью [532], близостью к жерлам вулканических извержений [533] и вулканическим постройкам [534], а также в результате установленных древних связей с кайнозойским вулканизмом [535].

Укрупненная карта термальных аномалий вокруг рп Средняя Ахтуба (рисунок 23) свидетельствует о том, что селитебная зона находится в кольце выраженных природных тепловых аномалий.

В подтверждении версии природного загрязнения селитебной зоны рп Средняя Ахтуба могут служить периодические залповые выбросы токсичного газа - сероводорода, происходящие в окрестностях селитебной зоны и установленные автором не из антропогенных источников (промзона г. Волжского и др.), а из степи, рекреационной зоны реки Ахтуба и др. на основании анализа дней выбросов  $H_2S$  (официальные данные государственных экологических постов г. Волжского) и ветровой нагрузки (Глинянова И. Ю. и др., 2020).

Установленный факт выбросов сероводорода от неизвестных природных источников свидетельствует о том, что обнаруженные на листьях абрикосовых деревьев (*Prunus armeniaca*) химические соединения и элементы, могут являться смешанным продуктом источников загрязнения атмосферного воздуха жилых зон рп Средняя Ахтуба как антропогенного, так и природного происхождения.

Аномальные выбросы токсичного газа сероводорода и др. веществ обнаруживаются также периодически в прудах-накопителях рядом с исследуемой селитебной зоной. Так, две трубы переливают хозяйственно-бытовые стоки от двух канализационных насосных станций (КНС) рабочего поселка в направлении прудов накопителей. Известно, что в общую канализационную сеть сбрасывают свои стоки около 100 хозяйствующих субъектов. Результаты полученных анализов из прудов-накопителей, например, в сентябре 2017 года отражены в Приложении Ф (таблица Ф3), которые были установлены специалистами МБУ «Служба охраны окружающей среды» г. Волжского.

Как видно из указанной таблицы, аномальное превышение по сероводороду в прудах может составлять в 62 000 раз; по аммонии – в 27 раз; по железу – в 9

раз; по фосфат-иону – в 4 раза и др. по сравнению с ПДК. Пруды-накопителя рп Средняя Ахтуба находятся в менее 1 км от жилой зоны, а при испарении и при ветровой нагрузки кислые, токсичные, кислые примеси могут испаряться и оказывать существенную нагрузку на жилые зоны рп Средняя Ахтуба при северном направлении ветров.

Приведенный в качестве примера антропогенный аномальный выброс в пруды-накопителя рп Средняя Ахтуба со стороны хозяйствующих субъектов теоретически допускается, но маловероятен, поскольку непонятно, что можно слить в указанные пруды-накопителя организациям и предприятиям, чтобы в 62 000 раз превысить ПДК мр по сероводороду. В этой связи, со стороны автора был проведен анализ территорий месторасположения прудов-накопителей рп Средняя Ахтуба в разном временном диапазоне для того, чтобы можно было понять, какой же источник может давать такие аномальные значения по сероводороду и др. загрязняющим веществам и может ли это быть природный источник.

Так, автор исследовал, что ранее было на изучаемой территории, когда, например, не было ни города-спутника Волжского (Волгоградская область) с его промышленным сектором, ни прудов-накопителей Средней Ахтубы и др. Изучая карту исследуемой территории, например, датированную 1941 г. [536], было выявлено, что на месте существующих в настоящее время прудов-накопителей рп. Средняя Ахтуба, в 1 км на север от рп Средняя Ахтуба, около современного кладбища, ранее находился переувлажненный участок – лиман или болотистая местность около 0,6 км<sup>2</sup> овальной формы, который отчетливо представлен на немецкой топографической карте 1941 года (рисунок Ф.5а, Приложение Ф).

Как видно из рисунка Ф.5а, на данном участке болотистой местности расположились современные пруды-накопителя рп. Средняя Ахтуба и заняли точь-в-точь его территорию (рисунок Ф.5б, Приложение Ф). В этой связи аномальные выбросы в прудах-накопителях сероводорода и других веществ, могут быть связаны именно с природным источником загрязнения в связи с характерной особенностью данного геоландшафта, когда степная зона

пронизывается сетью лиманов неизвестного происхождения, не соединенная с морем, а запитанная местными родниками или подземными водами, связанными с определенными локальными активными дегазирующими геологическими структурами.

Реализация «геологического» принципа позволила проанализировать геологические особенности исследуемого района, в особенности пробы, которые были выполнены советскими геологами до постройки г. Волжского и его химических производств, до формирования техногенного пруда-испарителя «Большой Лиман», что особенно важно для понимания геологических процессов на исследуемой территории. В этой связи автором были изучены официальные отчеты советских геологов 1960-х годов [537], где по данным проведенных бурений на исследуемой территории анализировался химический состав подземных вод и др. Анализ проб показал, что подземные воды Большого Лимана, вытекающие из него, являются аномально высокоминерализованными, разгружаясь в реку Волга и реку Ахтуба. Автором была проведена сравнительная характеристика, например, химического состава подземных вод в окрестностях рп Средняя Ахтуба, Большого Лимана с подобными высокоминерализованными водами, например, вулканических областей.

Так, в минеральных водах вулкана Эбеко, разгружающихся в р. Юрьева (остров Парамушир, Курильские острова) концентрация сульфат-ионов ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) достигает максимальное значение 3513,87 мг/л, а концентрация хлорид-ионов ( $\text{Cl}^-$ ) некоторых минеральных источников этого вулкана от 1267,70 до 3439,60 мг/л [538]; в минеральных источниках Центрального Западного и Восточного сольфатарного поля вулкана Головнина (остров Кунашир, Курильские острова) концентрация сульфат-ионов ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) достигает своих значений от 2495 и 1668 мг/л, а концентрация хлорид-ионов ( $\text{Cl}^-$ ) в минеральном источнике Центрального Восточного сольфатарного поля составляет 517 мг/л [539].

Вблизи же рп Средняя Ахтуба концентрация сульфат-ионов ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) в подземных водах на глубине 22 м - 3341,4 мг/л и выше, что одинаково по своим

значениям с рассматриваемой вулканической областью вулкана Эбеко и несколько выше по сравнению с минеральными водами вулкана Головнина Курильских островов. По хлорид ионам ( $\text{Cl}^-$ ) содержание в подземных водах в окрестностях рп Средняя Ахтуба - 14181,2 мг/л и более, что в 4 раза превосходит значения одноименных ионов в минеральных водах вулкана Эбеко и в 27,4 раза выше по сравнению с минеральными водами вулкана Головнина.

При чем на другой стороне реки Ахтуба (хут. Лебяжья Поляна Среднеахтубинского района Волгоградской области) подобных аномалий по  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{Cl}^-$  ионам не наблюдается.

Сравнительная характеристика исследуемых зон по содержанию хлорид- и сульфат- ионов наглядно продемонстрирована в таблице 4.15.

Проанализированные данные представляют особый интерес, поскольку они схожи с данными современных вулканических областей, что не исключает наличие скрытой, но активной, подземной, древней палеовулканической зоны в окрестностях рп Средней Ахтубы с выходами из нее различных химических соединений, в том числе токсичных примесей и др., поскольку в последнее время подобные скрытые, подземные древние вулканические области стали массово открываться на территории различных стран мира и именно в осадочных породах [540-542].

Таблица 4.15 Сравнительная характеристика концентрации ионов в подземных водах (окрестности рп Средняя Ахтуба, хут. Лебяжья поляна: (Толмачев М. П. и др., 1961), [537] о-в Парамушир, Кунашир (Курильские острова) [538,539])

Ионы	Концентрация ионов в подземных водах (мг/л)			
	Окрестности рп Средняя Ахтуба (Волгоградская область, Среднеахтубинский район)	Остров Парамушир, Курильские о-ва	Остров Кунашир, Курильские о-ва	Хутор Лебяжья Поляна (Волгоградская область, Среднеахтубинский район)
$\text{SO}_4^{2-}$	<b>3341,4</b>	3513,87	2495,0	73,2
$\text{Cl}^-$	<b>14181,2</b>	3439,60	517,0	46,1

То, что древние вулканические зоны не являются спящими, а находятся в активной форме – это было доказано еще на рубеже 19-20 вв. (см. глава 1) и подтверждено в настоящее время [543,544] и др. в виде определенной активности в связи с выбросами, например, газа сероводорода и др. В этой связи становится объяснимым возможный природный источник сероводорода, который как раз может давать подземная палеовулканическая область в окрестностях рп Средняя Ахтуба.

Доказательством подземной палеовулканической зоны в окрестностях рп Средняя Ахтуба, вокруг Большого Лимана может быть сеть многочисленных небольших лиманов-переувлажненных участков в степи: Лиман Сорочий, Безроднинский Лиман, Лиман Казенный, Лиман Камышеватый, Лиман Попова и др. (топографическая карта Волгограда и Волго-Ахтубинской поймы (Масштаб: 1:100000)) [545] с особым гидрогеологическим режимом и не связанных с морем. Подобные территории с множеством лиманов широко известны на планете, которые, соседствуют, с вулканами и расположены они вулканических областях. Например, известная всему миру – вулканическая зона Узон на Камчатке, где рядом с бывшим извергающим тысячи лет назад вулканом Узон расположилась сеть многочисленных лиманов, термальных источников, соленых озер и др. Вулканы Камчатки – это молодые вулканы, расположенные на молодой платформе по сравнению с Волгоградской областью, которая расположена на древней докембрийской платформе, которой миллиарды лет. При этом, установлено, что миллиарды лет тому назад на докембрийской платформе имело место катастрофическое по своим масштабам извержения вулканов (NavarroGonzalez R. и др., 1996). В связи с чем, Волгоградская область, которая находится на древней платформе, не могла миновать планетарную вулканическую деятельность в прошлом, а с течением времени, древние вулканические области с разогретыми магматическими очагами и их проводящими системами просто так не могли исчезнуть, а остаются на своем месте, глубоко погребенными в недрах Земли, находясь до сих пор в полуактивной форме.

Множество лиманов и по соседству грязевых вулканов, в том числе «спящих» вулканов располагаются также в Крыму и др., что дает также возможность предполагать о наличии определенных связей между вулканическими постройками и лиманами, солеными озерами и др. Это позволяет отождествлять их с единой вулканической областью, доминантом которой выступает вулкан с сетью расположенных вокруг него соленых и грязевых озер, лиманов, термальных источников и др. связанных единой подземной проводящей системой с главной подземной вулканической постройкой - вулканом. Не исключено, что волжские степные лиманы могут иметь аналогичные проводные системы с подобной глубинной, активной структурой – подземным древним вулканом и его магматическим очагом, а в виду его активности и определенных геологических процессов разгружаться своим вулканическим содержимым в лиманы, соленые озера, в окружающую среду и др.

Применяя метод дистанционного зондирования Земли, спутниковую программу Landsat-8 (USA), автором впервые установлены поверхностные тепловые аномалии в окрестностях рп Средняя Ахтуба не техногенного происхождения, а неизвестного природного происхождения, которые могут являться отражением активной деятельности подземной геологической структуры с выбросами в окружающую среду природных химических соединений.

Поскольку в окрестностях рп Средняя Ахтуба была выявлена тепловая аномалия, то на одном из таких участков - «горячая точка» с высокой поверхностной температурной аномалией автором были отобраны пробы почвы и произведена оценка элементов, содержащихся в минеральной составляющей почвы. Результаты исследований этих проб отражены на рисунках X.1-X.7 и таблицах X.1-X.5 в Приложении X, что позволило обобщить полученные данные и выделить преобладающие химические элементы, которые были встречены практически в каждой из исследуемых проб, а именно: Si, Al, Fe, Mg, Ca, Na, K, Ti, P, Mn. При этом в исследованных пробах минералов были отмечены редкие элементы (Zr и др.), редкоземельные: Ce, La, Nb, Nd и др., в том числе, 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

олового загрязнения территории или естественной дегазации из зон «горячих точек» с ветровой нагрузкой оказавшихся на листьях абрикосовых деревьев в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба.

Из полученных данных целесообразно выделить элементы: (Si, Al, Fe, Mg, Ca, Na, K, Ti, P, Mn), которые представляют собой основные химические элементы вулканических лав, а значит в исследованной «горячей точке» может происходить эксгаляция (дегазация) химических соединений активной зоны возможного, подземного палеовулкана с разгрузкой их на поверхности Земли в виде природных аэрозольных частиц через зоны трещиноватости и др. по проводной системе из магматического очага или *«перенос рудоносных элементов при дегазации расплава»* [546] при активном участии токсичного газа сероводорода [547] и других газов.

При этом в «горячих точках» степной зоны были обнаружены также аномальные значения серы (валовое содержание), что в 12,5-20,9 раз превысило нормативные значения для почв, что подтверждается официальными лабораторными исследованиями проб почвы ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО»- ЦЛАТИ по Волгоградской области (примеры образцов Заключений лаборатории (рисунки X.8-X.11, Приложение X) и может свидетельствовать о точечных, залповых выбросах серосодержащих веществ в окружающую среду на земельных участках в «горячих точках» в степной зоне.

В пользу прогнозируемой древней вулканической зоны может также свидетельствовать в окрестностях рп Средняя Ахтуба: а) соляная тектоника (соляной диапир «Паромненский»), поскольку есть версии, что соляные структуры на Земле являются продуктами вулканического происхождения, когда *«соли выделялись из расплавленной магмы, жидких рассолов вулканов»* (Ушивцева Д. Ф., 2004); б) сейсмоактивность территорий [548], поскольку существует доказанная связь между вулканами и сейсмоактивными зонами [549-552].

При этом сейсмические проявления разной силы регистрируются во многих населенных пунктах Волгоградской области, согласно данных комитета по делам ГО ЧС Волгоградской области (Огаджанов В. А. и др., 2013) [553,554].

Доказательством возможной палеовулканической зоны могут быть также результаты анализов шлихов из реки Ахтуба (Толмачев М. П. и др., 1961), в которых были обнаружены минералы, преимущественно магматического происхождения: Циркон – до 40 %; Ильменит – 10 -20 %; Гранат – 20-25 %; Эпидот -20 – 30 %; Гематит – до 20 %; Ставролит – до 5 %; Амфибол – до 4 %; Турмалин – до 5 % и др.

В связи с тем, что в представленных магматических минералах больше всего в реке Ахтуба было обнаружено циркона, в том числе в «горячих точках», то по мнению зарубежных исследователей (Weber G., Caricchi L. и др.), именно циркон может являться индикатором на спящую вулканическую область, по которому определяется определенным образом ее активность, а также риски возможного извержения спящих вулканов в ближайшее время [555].

Если предположить, что погребенная древняя вулканическая зона существует реально, соответственно, на определенной глубине должно быть залегание древней вулканической лавы, являющейся результатом в прошлом деятельности древнего вулкана или др. В этой связи автором было осуществлено исследование напряженности электрического поля на территории рп Средняя Ахтуба и его окрестностях летом 2020 г., поскольку известны подобные исследования в области физического загрязнения на урбанизированных территориях [556-558].

На рисунке X.12 (Приложение X) показаны точки замеров напряженности электрического поля. Исследование проводилось на оборудовании – «Измеритель параметров электромагнитного поля ПЗ-34» (Россия) в диапазоне 30МГц-300МГц. Выполнено было 37 замеров.

Результаты исследования (Приложение X, таблица X.6) показали наличие электрического поля, которое диагностировалось в 37 точках жилой зоны рп Средняя Ахтуба при измерении электрического поля в диапазоне частот от 30 МГц до 300 МГц, при норме в селитебной зоне не более 3 В/м [559].

Статистическая обработка полученных результатов представлена в таблице X.7 (Приложение X).

Проведенное исследование по изучению напряженности электрического поля позволяет сделать вывод о его наличии в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба, которое по нормативным значениям не превосходит предельно-допустимые уровни, установленные в РФ [559] и находится в диапазоне  $E=1,15\pm 0,14$  (В/м).

При этом в некоторых точках фиксировалось значительное превышение ПДУ напряженности электрического поля, где были такие значения, которые подходили к верхней границе ПДУ: ул. Кузнецкая-1,24 ( $E=4$  В/м); ул. Пермская, 57 ( $E=3,05$  В/м); ул. Кузнецкая, 18 ( $E=2,39$  В/м); микрорайон 53 А ( $E=2,22$  В/м) и др. При этом рядом с этими точками антропогенная электрическая нагрузка отсутствует. В рп Средняя Ахтуба отсутствует электротранспорт, высоковольтные линии, имеются только 2 небольшие вышки сотовой связи.

Стоит отметить, что аналогичные исследования по изучению напряженности электрического поля в городской и сельской местности осуществлялись другими учеными, например, на 243 земельных участках на открытом воздухе, расположенных в 35 областях трех европейских стран (Бельгия, Нидерланды, и Швеция), где медианные значения экспозиции показали следующие значения: в городских условиях ( $0,74$  В·м<sup>(-1)</sup>), на пригородных территориях ( $0,46$  В·м<sup>(-1)</sup>), в сельских районах ( $0,09$  В·м<sup>(-1)</sup>) [560] в австралийских населенных пунктах высокие медианные уровни воздействия фиксировались в центре города ( $0,248$  В/м), на железнодорожном вокзале ( $0,105$  В/м), горы/лес (сельская местность) ( $0,057$  В/м) и в бельгийских, например: центр города ( $0,156$  В/м), жилые зоны ( $0,139$  В/м) и парк ( $0,124$  В/м) [561], что в 10-15 раз превышает медианные значения напряженности электрического поля в рп Средняя Ахтуба ( $0,878$  В/м) по сравнению с другими территориями сельской местности за рубежом.

Приведенные данные позволяют сделать вывод о том, что кроме антропогенного фактора в исследуемой сельской местности – в рп Средняя Ахтуба и его окрестностях, вероятно, имеет место дополнительный - природный фактор, что может свидетельствовать о возможной скрыто залегающей -

погребенной древней лаве с содержанием металлических примесей или сформированных каких-либо рудных телах (пост-вулканическая деятельность древнего вулкана), которые способны создавать электрические поля, поскольку в близлежащих ручьях и озерах, растениях автором были обнаружены в повышенном количестве по сравнению с кларками такие химические элементы как золото, платина, палладий, олово, железо, уран, торий и др. (Приложение X, рисунки X.13-X.15).

Также стоит отметить, что рп Средняя Ахтуба расположена на р. Ахтуба, которая представляет собой разлом - «Ахтубинский сброс» и по мнению Коротаева В. Н. данный разлом *«совпадает с современным левым рукавом реки Ахтуба»* [562]. «Ахтубинский сброс», идет от р. Волга, острова Зеленый вдоль реки Ахтуба и как указывал в своих работах Синяков Н. П. данный сброс имеет «амплитуду до 25 м» [563]. При чем, Горецкий Г. И. обращал также внимание и на то, что *«начало Волжской дельты и направление ее главного рукава – Ахтубы – имеют тектоническую обусловленность»* [564]. Вместе с тем установлено, что разломы обычно характеризуются дегазацией в атмосферный воздух различных химических соединений [565].

При реализации принципа «сетлементный», исходя из официально опубликованных археологических данных прошлых лет, автором были обнаружены древние артефакты в окрестностях рп Средняя Ахтуба, которые указали на род занятий людей, которые там ранее проживали.

Так, в древних захоронениях в окрестностях рп Средняя Ахтуба, археологами были обнаружены «обломки тигеля» в кургане - «Средняя Ахтуба-IV» вблизи современного пруда-накопителя «Большой Лиман» [566]. Известно, что тигель использовался нашими предками как емкость для литья или плавки металлов, нагрева различных материалов. Кроме тигеля в окрестностях рп Средняя Ахтуба были также обнаружены «глиняные литейные формы, сопла, каменные песты из погребения литейщика эпохи бронзы» [567].

Данные находки дают основание полагать о развитии, возможно, древних металлургических производств вблизи современного рп Средняя Ахтуба и о

создании во 2-м тыс. до н. э. в Нижнем Поволжье местного очага древней металлургии [568-570]. При этом, Черных Е. Н. и др., поднимали в своих исследованиях вопрос о «Среднем и Нижнем Поволжье, Южном Приуралье и других территориях как земельных участках, на которых процветала «Циркумпонтийская металлургическая провинция» [571], сформированная в бронзовом веке. Не исключено, что поселения современной рп Средняя Ахтуба и его окрестностей как раз могли входить в эту структуру.

Принцип «медико-экологический» основывался на анализе официальных статистических данных по уровню заболеваемости населения, выявлении лидирующих и прогрессирующих заболеваний в Среднеахтубинском районе Волгоградской области, в котором расположен рп Средняя Ахтуба, а также г. Волжском, который расположен в нескольких километрах от рп Средняя Ахтуба.

Стоит отметить, что около 40 % территории Среднеахтубинского района Волгоградской области (рисунок 24) расположено в природном парке «Волго-Ахтубинская пойма» (особо охраняемая природная территория), который имеет международный статус биосферного резервата под эгидой ЮНЕСКО. Также в район входит г. Волжский и другие населенные пункты в степной зоне Волгоградской области: рп Средняя Ахтуба, пос. Киляковка, в том числе севернее пруда-накопителя «Большой Лиман», село Верхнепогромное, поселки: Максима Горького, Красный Октябрь и др.

Так, в ежегодных официально опубликованных государственных докладах «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения в Волгоградской области», например, за 2018 г. [572], 2019 г. [573], 2020 г. [574] был впервые установлен уровень заболеваемости подростков в Среднеахтубинском районе, г. Волжском и др. по новообразованиям с превышением областного показателя в 1,5 раза; в г. Волжском и др., где также 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.

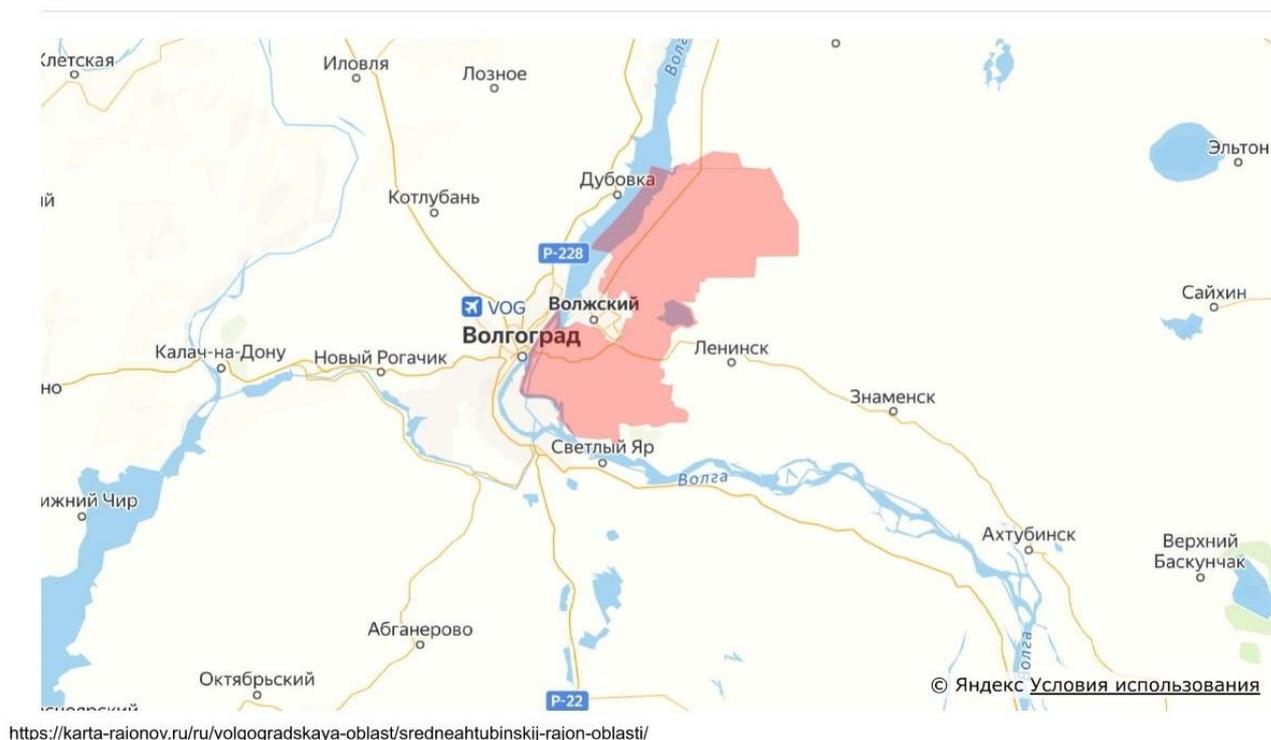


Рисунок 24 – Ситуационная карта месторасположения Среднеахтубинского района Волгоградской области (красный цвет)

Наиболее значительный прирост – на 76,1 % по показателю заболеваемости злокачественными новообразованиями с впервые установленным диагнозом за 5-летний период наблюдался 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 среднеобластной уровень в 1,2 и более раз являлся Среднеахтубинский район; по злокачественным новообразованиям предстательной железы среди взрослого населения - г. Волжский и др. 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., зарегистрированы высокие показатели заболеваемости детей (0-14 лет), а также язвой желудка и 12-перстной кишки как у детей (0-14 лет), так и среди подростков в Среднеахтубинском районе, в г. Волжском и др. Впервые выявленная заболеваемость инсулинзависимым

диабетом была зарегистрирована среди подростков в Среднеахтубинском районе и в г. Волжском и др.; установлена заболеваемость мочекаменной болезнью среди детей в г. Волжском, отмечены впервые случаи выявленной заболеваемости мочекаменной болезнью среди подростков в Среднеахтубинском районе и др., в том числе обнаружено повышенное артериальное давление у подростков в г. Волжском и др. У взрослого населения был впервые установлен уровень заболеваемости по болезням нервной системы с превышением областного показателя в 1,5 раза и более в Среднеахтубинском районе и др.; по болезням мочеполовой системы в г. Волжском и др.; по заболеваемости субклиническим гипотиреозом и в Среднеахтубинском районе и в г. Волжском и др., по болезням костно-мышечной системы и мочеполовой системы у взрослого населения в г. Волжском.

Принцип «компаративный»: экологический мониторинг территории селитебной зоны рп Средняя Ахтуба с использованием показателей аэрозолей в течение 2018-2020 гг. установил ее экологический статус как «зоны кризиса» (интегральная оценка экологического состояния территории составила:  $Q_{\text{СрАхт}}=0,439-0,472$ ) с проявлением угнетения роста флоры и фауны, где данной территории было присвоено 3 балла.

В селитебной зоне рп Средняя Ахтуба, по мнению автора, сформирован смешанный тип загрязнения атмосферного воздуха, поскольку аэрозольные частицы, отобранные в ее зеленой инфраструктуре с содержанием различных химических элементов, свидетельствуют о загрязняющих веществах, поступающих преимущественно из керамзитовых производств, расположенных в рп Средняя Ахтуба, других антропогенных источников, а также из прогнозируемых и малоизученных региональных природных источников. Многие выявленные химические элементы в аэрозольных частицах на листьях абрикосовых деревьев в селитебной зоне представляют собой тяжелые, токсичные металлы, кислые примеси, которые могут представлять определенные риски для здоровья населения при вдыхании их из атмосферного воздуха, что подтверждается проблемами со здоровьем среди населения в целом по

Среднеахтубинскому району Волгоградской области, оправдывая статус территории селитебной зоны как «зоны кризиса».

Исходя из анализа ветровой нагрузки в весенне-летние месяцы 2018, 2019, 2020 гг., как видно из Приложения Ц, например, в 2018 году и в 2020 году преобладающее направление ветров было: западное (З), юго-западное (ЮЗ), юго-восточное (ЮВ), южное (Ю) со средней скоростью 5.9 м/с и 7.6 м/с соответственно, что свидетельствует об аэрозольном загрязнении селитебной зоны рп Средняя Ахтуба в большей степени из природных источников и др. в связи с установленными там тепловыми аномалиями, характерными для активных, дегазирующих геологических структур, например, подземных древних вулканических областей.

При этом, элементный состав почвы в одной из «горячих точек» в окрестностях рп Средняя Ахтуба состоял из: Si, Fe, Al, Mg, Mn, Ca, K, P, Ti и др., повторил набор химических элементов, обнаруженных на листьях абрикосовых деревьев в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба и явился схожим с химическим составом, например, вулканических лав [575,576]. Это позволяет сделать вывод о том, что указанные химические элементы из «горячей точки» в виде эксгаляции через зоны трещиноватости могли быть вынесены на поверхность Земли в виде магматических газов и флюидов по своеобразным каналам, по которым происходит дегазация магматического содержимого предполагаемого скрытого древнего вулкана в степи.

В пользу дополнительных доказательств возможной активной подземной вулканической зоны в окрестностях рп Средняя Ахтуба целесообразно отнести другие признаки:

- **залповые выбросы токсичного сероводорода** в окружающую среду из степной зоны, берега р. Ахтуба и др. Такой вывод был сделан автором в результате многолетнего анализа выбросов токсичного газа сероводорода, который регистрировался экологическими постами г. Волжского (3 км от рп Средняя Ахтуба) с официальной публикацией этих данных в ежегодных отчетах городской экологической службы г. Волжского с учетом ветровой нагрузки, что

может свидетельствовать об активности предполагаемой вулканической подземной зоны, поскольку известно, что «спящие» вулканы способны выделять в окружающую среду сероводород и другие газы, находясь в состоянии условного покоя (см. глава 1).

- **высокоминерализованные подземные воды**, насыщенные глубинными магматическими флюидами, исходящие из магматического центра под вулканами, разгружаясь на поверхности в виде минеральных источников с высокой концентрацией сульфат-хлоридных ионов и др. [577]. В окрестностях рп Средняя Ахтуба такие подземные высокоминерализованные воды были обнаружены еще советскими геологами до постройки г. Волжского в 1960-х годах и до образования техногенного пруда-испарителя «Большой Лиман», который в прошлом был обыкновенным соленым озером в степи. Так, подземные высокоминерализованные воды в окрестностях рп Средня Ахтуба по содержанию, например, сульфат ионов ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) сходны с минеральными водами вулканических областей, например, Курильских островов, а по хлорид-ионам ( $\text{Cl}^-$ ) наблюдалось значительное их превышение - в 27,4 раз по сравнению с минеральными водами вулкана Головнина (Курильские острова).

- **наличие множества небольших степных лиманов вокруг «Большого Лимана»**, не связанных с морскими или океаническими акваториями. По мнению автора, могут являться продуктом вулканических областей, поскольку известно, что вулканы выбрасывают в окружающую среду большое количество паров воды, что могло сформировать в течение определенного промежутка времени водные объекты (заболоченные территории), которые можно сопоставить с аналогичными лиманами, солеными и грязевыми озерами в современных вулканических зонах, например, Узон на Камчатке, в Крыму и др. В том числе, указанные лиманы могут быть связаны также с разгрузкой глубинных газов, флюидов и др. из магматического центра подземной вулканической постройки по его проводящей системе с выходом их на поверхность, что, вероятно, и создало в 2017 г. аномальный выброс сероводорода (в 62 000 раз превышение ПДК, в том числе в 40 раз по аммиону; в 9 раз по железу и др.), зарегистрированный экологической

службой г. Волжского в пруду-накопителе жидких отходов рп Средняя Ахтуба на месте существующего в прошлом небольшом лимане, предположительно, вулканического происхождения;

- **соляной диапир** «Паромненский»;

- **тепловые аномалии** в степной зоне, в том числе «горячие точки», которые могут указывать на территории активных геологических структур, в том числе подземных вулканических зон, месторождений полезных ископаемых и др.;

- **минералы магматического** происхождения, обнаруженные в реке Ахтуба;

- **циркон** как индикатор на спящую древнюю вулканическую зону;

- **сейсмоактивность** территории и др.

Ориентировочная площадь прогнозируемой погребенной древней вулканической зоны 36×24 км. При этом в окрестностях рп Средняя Ахтуба найдены исторические артефакты, которые указывают на развитие металлургии в данной местности, что может свидетельствовать о местном рудном сырье, что подтверждается исследованиями ученых, которые трактуют формирование многих поселений вблизи древних вулканических зон и месторождений полезных ископаемых обусловленностью местного сырья для развития древней металлургии, металлообработки. Это согласуется с прогнозом автора о погребенной изверженной лаве, полиметаллических рудах и др. в виду поствулканической деятельности древнего вулкана, которые в прошлом могли стать источниками металлургических процессов, формирования древних поселений, что требует дальнейшего изучения данной местности.

При этом, неучтенные выбросы из активных зон Земли, в частности, прогнозируемой автором скрытой подземной активной вулканической зоны, могут поставлять в атмосферу населенных пунктов не только известные химические соединения, которые не отслеживаются на региональном уровне государственными экологическими службами, но и химические соединения, которые неизвестны человечеству, поскольку с выбросами из вулканических областей рядом исследователей регистрируются новые вещества [578-580],

действие которых на организм человека еще не изучен. Поскольку рп Средняя Ахтуба и ее окрестности входят, по мнению автора, в древнюю вулканическую зону, то, возможно, также существует связь между заболеваниями в Среднеахтубинском районе Волгоградской области и дегазацией химических соединений из этой подземной палеовулканической зоны с дополнительной нагрузкой на окружающую среду и здоровье человека, в том числе от промышленного сектора и автотранспорта.

#### **Выводы по главе 4**

1. Охарактеризована территория, на которой происходила апробация экологического мониторинга с использованием показателей аэрозолей - селитебная зона рп Средняя Ахтуба (Среднеахтубинский район Волгоградской области).

2. Представлено описание I и II этапов экологического мониторинга (отбор аэрозольных частиц и приготовление аэрозольных суспензий).

3. Установлены значения аэрозольных показателей в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба в 2018, 2019, 2020 гг. (III этап).

4. Обобщены результаты измерений аэрозольных показателей в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба за 2018-2020 гг. (III этап).

5. Выполнены описательные статистики по аэрозольным показателям из селитебной зоны рп Средняя Ахтуба за 2018-2020 гг. (III этап) и проведена проверка гипотезы об однородности результатов измерения аэрозольных показателей по критерию Краскела-Уолиса в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба за 2018-2020 гг. (III этап).

6. Сформированы средние значения базовых факторов (аэрозольных показателей) ( $x_1-x_5$ ) из селитебной зоны рп Средняя Ахтуба за 2018-2020 гг. (III этап).

7. Осуществлена интегральная оценка экологического состояния территории селитебной зоны рп Средняя Ахтуба, которая определялась сверткой нормированных базовых факторов по Колмогорову-Нагумо (III этап).

8. Определен экологический статус территории селитебной зоны рп Средняя Ахтуба за 2018-2020 гг. как зоны «экологического кризиса» (III этап).

9. Сформулированы основные принципы методологической концепции по прогнозированию источников аэрозольного загрязнения в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба.

10. Исследована возможная нагрузка в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба от предприятий керамзитовых производства и других антропогенных источников загрязнения (IV этап).

11. Исследована возможная природная нагрузка в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба от активных геологических структур, выявленных в результате дистанционного зондирования Земли с использованием спутниковых программ Google Earth, Landsat-8 (USA) и др. (IV этап).

12. Спрогнозирована активная геологическая структура вблизи селитебной зоны рп Средняя Ахтуба в виде скрытой, подземной древней вулканической зоны с подземными высокоминерализованными водами, которая включает соляной диапир «Паромненский», лиманы, предполагаемый погребенный лавоток, проявления месторождений твердых полезных ископаемых и др. (IV этап).

13. Изучены археологические материалы с выявленными артефактами, свидетельствующими о древней металлургии вблизи селитебной зоны рп Средней Ахтубы (IV этап).

14. Произведен анализ ежегодных официально опубликованных государственных докладов «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения в Волгоградской области» за 2018-2020 гг, который позволил свидетельствовать о впервые установленном уровне заболеваемости подростков в Среднеахтубинском районе, г. Волжском и др. по новообразованиям с превышением областного показателя в 1,5 раза; о впервые установленной заболеваемости детей (0-14 лет) по врожденным аномалиям (порокам развития),

деформациям, другим хромосомным нарушениям в г. Волжском (Среднеахтубинский район Волгоградской области) с превышением среднеобластного показателя в 1,5 и более (IV этап).

15. Установлен смешанный тип загрязнения в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба. Экологический статус территории селитебной зоны отнесен к «зоне риска».

## Глава 5 Апробация экологического мониторинга с использованием показателей аэрозолей в условно чистой зоне

### 5.1 Исследование аэрозольного показателя кислотности в условно чистой зоне

Исследования проводились течение 2018, 2019, 2020 гг. в садоводческих товариществах (условно чистая зона: СНТ «Орошенец», «Шельф») на окраине Волгограда в Советском районе на берегу Варваровского водохранилища.

Выбор данной территории обусловлен тем, что в радиусе более 20 км отсутствует городское хозяйство и нет какой-либо локальной антропогенной нагрузки, что обуславливает статус территории как условно чистой зоны (рисунок Ш.1, Приложение Ш).

На I, II этапах экологического мониторинга осуществлялся отбор частиц в зеленой инфраструктуре указанных садоводческих товариществ (СНТ), с листовых пластинок абрикосовых деревьев (*Prunus armeniaca* L.) с приготовлением аэрозольных суспензий.

Отбор проб и приготовление аэрозольных суспензий происходили в одно и то же время в начале сентября каждого года как в жилой зоне рп Средняя Ахтуба. Количество проб, точек исследования были аналогичными как в жилой зоне рп Средняя Ахтуба (см. главу 3).

Сравнению подлежали выборки значений показателя кислотности аэрозольных суспензий, измеренных в точках исследования на территории условно чистой зоны (СНТ «Орошенец», «Шельф»).

Для оценки различий использовали критерий Краскела – Уоллиса. Проверка статистических гипотез проводилась на уровне значимости равном 0,05.

*Проверка гипотезы об однородности выборок в каждой точке исследования, содержащей результаты измерений показателя кислотности аэрозольных суспензий (рН) в условно чистой зоне (Советский район, Волгоград) по критерию Краскела — Уоллиса, 2018-2020 гг.*

Диаграммы размахов значений показателя кислотности (рН) показаны на рисунке Ш.2 (Приложение Ш) для каждой точки отбора проб в 2018 году в садоводческих товариществах: «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона).

При уровне значимости  $\alpha = 0,05$ , гипотеза об однородности выборок признана была значимой:  $H=3,7297$ ;  $Df=5$ ;  $P\text{-value}=0,589$ . Диаграмма размахов значений показателя кислотности (рН) для каждой точки отбора проб в СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона) за 2019 год представлена на рисунке Ш.3 (Приложение Ш) [492,493]. При уровне значимости  $\alpha = 0,05$ , гипотеза об однородности выборок признана значимой:  $H=4,3968$ ;  $Df=9$ ;  $P\text{-value}=0,8834$ .

Диаграмма размахов значений показателя кислотности (рН) для каждой точки отбора проб в СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона) за 2020 год показана на рисунке Ш.4 (Приложение Ш) [494]. Гипотеза об однородности выборок признана значимой:  $H=6,8315$ ;  $Df=9$ ;  $P\text{-value}=0,6547$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ . В таблице 5.1 представлены средние значения базового фактора (показателя кислотности) ( $x_1$ ), которые были сформированы из полученных данных статистически значимых значений описательных характеристик исследуемого показателя кислотности рН.

Таблица 5.1 Средние значения базового фактора (показателя кислотности (рН)) ( $x_1$ ) в условно чистой зоне, 2018 - 2020 гг.

Территория исследования	Год	$x_1$ , (рН)
Условно чистая зона (СНТ «Орошенец»)	2018	6,371
	2019	6,48
	2020	6,394

## 5.2 Исследование аэрозольного показателя удельной электропроводности в условно чистой зоне

*Проверка гипотезы об однородности выборок в каждой точке исследования, содержащей результаты измерений показателя удельной*

*электропроводности (ЕС, мкСм/см) в условно чистой зоне (Советский район, Волгоград) по критерию Краскела — Уоллиса, 2018-2020 гг.*

В Приложении III рисунок III.5 представлен диаграммой размахов исследуемых групп данных значений показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) за 2018 год в садоводческих товариществах.

Гипотеза об однородности выборок признается значимой при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ , поскольку полученные результаты проверки гипотезы об отсутствии статистически значимых различий между значениями показателя удельной электропроводности аэрозольных суспензий, измеренных на территории условно чистой зоны (СНТ «Орошенец», «Шельф») показали следующее:  $N=3,3482$ ;  $Df=5$ ;  $P\text{-value}=0,64665$ .

Диаграмма размахов значений показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) для каждой точки отбора проб в СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона) за 2019 год показана на рисунке III.6 (Приложение III).

Результаты проверки гипотезы об отсутствии статистически значимых различий между значениями показателя удельной электропроводности аэрозольных суспензий, измеренных на территории условно чистой зоны (СНТ «Орошенец») представлены как:  $N=10,682$ ;  $Df=9$ ;  $P\text{-value}=0,0721$ . Таким образом, при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  гипотеза об однородности выборок признается значимой.

Диаграмма размахов значений показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) для каждой точки отбора проб в СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона) за 2020 год представлена на рисунке III.7 (Приложение III).

Результаты проверки гипотезы об отсутствии статистически значимых различий между значениями показателя удельной электропроводности аэрозольных суспензий, измеренных на территории условно чистой зоны (СНТ «Орошенец») представлены как:  $N=15,297$ ;  $Df=9$ ;  $P\text{-value}=0,0684$ . Таким образом, при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  гипотеза об однородности выборок признается значимой.

Таким образом, при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  гипотеза об однородности выборок признается значимой [492-494].

В таблице 5.2 представлены статистически значимые средние значения базового фактора (показателя кислотности аэрозольных частиц) в СНТ (ЕС, мкСм/см ( $x_2$ )).

Таблица 5.2 Средние значения базового фактора показателя кислотности аэрозольных частиц (ЕС, мкСм/см ( $x_2$ )) в СНТ, 2018 - 2020 гг.

Год	$x_2$ , ЕС, мкСм/см
2018	38,105
2019	40,138
2020	42,676

### **5.3 Исследование аэрозольного показателя развития тест-объектов в условно чистой зоне**

*Проверка гипотезы об однородности выборок в каждой точке исследования, содержащей результаты измерений показателя развития тест-объектов ( $L_r$ , см) в условно чистой зоне (Советский район, Волгоград) по критерию Краскела — Уоллиса, 2018 год*

Для расчета показателя развития тест-объектов ( $L_r$ , см) определялись значения показателя развития тест-объектов ( $L_r$ , см) в аэрозольных суспензиях, приготовленных из аэрозольных частиц, отобранных в селитебной и условно чистой зонах; проверялись гипотезы об однородности выборок внутри каждой точки исследования по критерию Краскела — Уоллиса с последующим выявлением общего уровня токсичности атмосферного воздуха на исследуемых участках.

На рисунке Ш.8 (Приложение Ш) представлена диаграмма размахов исследуемых групп данных значений показателей тест-объектов ( $L_r$ , см) для каждой точки отбора проб в условно чистой зоне в 2018 году.

Результаты проверки гипотезы об отсутствии статистически значимых различий между значениями (об однородности результатов измерений) показателя развития тест-объектов ( $L_r$ , см) из условно чистой зоны (СНТ «Орошенец») представлены определяются следующими значениями:  $N=16,484$ ;  $Df=15$ ;  $P\text{-value}=0,3507$ . Таким образом, при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  гипотеза об однородности выборок признана значимой.

В таблице 5.3 представлены описательные статистики показателя развития тест-объектов ( $L_r$ , см) в субстрате аэрозольных суспензий, приготовленных из аэрозольных частиц, отобранных из условно чистой зоны (СНТ «Орошенец», «Шельф»).

Таблица 5.3 Описательные статистики показателя развития ( $L_r$ , см) тест-объектов (условно чистая зона), 2019 год

Среднее	Стандартная ошибка	Медиана	Мода	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Эксцесс	Асимметричность	Счет
5,79	0,0218	5,8	5,6	0,788	0,621	21,545	-3,24	1300

На рисунке Ш.9 (Приложение Ш) представлена диаграмма размахов исследуемых групп данных значений показателей тест-объектов ( $L_r$ , см) для каждой точки отбора проб в условно чистой зоне в 2019 году. Результаты проверки гипотезы об отсутствии статистически значимых различий между значениями показателя развития [492] тест-объектов ( $L_r$ , см) проросших семян на субстрате аэрозольных суспензий, измеренных на территории условно чистой зоны (СНТ «Орошенец», «Шельф») представлены следующими значениями:  $N=28,056$ ;  $Df=25$ ;  $P\text{-value}=0,052$ . Таким образом, при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  гипотеза об однородности выборок признана значимой. В таблице 5.4 представлены описательные статистики показателя развития тест-объектов ( $L_r$ , см) на субстрате аэрозольных суспензий, приготовленных из аэрозольных частиц, отобранных в условно чистой зоне (СНТ «Орошенец», «Шельф»).

Таблица 5.4 Описательные статистики показателя развития ( $Lr, \text{см}$ )  
тест-объектов (условно чистая зона), 2020 год

Среднее	Стандартная ошибка	Медиана	Мода	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Экссесс	Асимметричность	Счет
5,343	0,019	5,3	5,3	0,672	0,452	36,6	-4,55	1250

На рисунке Ш.10 (Приложение Ш) представлена диаграмма размахов исследуемых групп данных. Полученные результаты проверки гипотезы об отсутствии статистически значимых различий между значениями показателя развития тест-объектов ( $Lr, \text{см}$ ) из условно чистой зоны (СНТ «Орошенец», «Шельф») выглядят следующим образом:  $N=28,11$ ;  $Df=23$ ;  $P\text{-value}=0,0518$ . Таким образом, при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  гипотеза об однородности выборок признана значимой [492]. В таблице 5.5 представлены средние значения базового фактора (показателя развития живых организмов в СНТ ( $Lr (\text{см}) (x_3)$ )).

Таблица 5.5 Средние значения базового фактора аэрозольного показателя развития живых организмов ( $Lr (\text{см}) (x_3)$ ) в СНТ, 2018 - 2020 гг.

Год	$x_3, Lr (\text{см})$
2018	4,52
2019	5,79
2020	5,343

#### 5.4 Исследование аэрозольного показателя количества аэрозольных частиц в условно чистой зоне

*Проверка гипотезы об однородности выборок в каждой точке исследования, содержащей результаты измерений показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}, \%$ ) в условно чистой зоне (Советский район, Волгоград) по критерию Краскела — Уоллиса, 2018-2020 гг.*

В таблице 5.6 представлены описательные статистики показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$ , %), в 2018 году в СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона).

Таблица 5.6 Описательные статистики показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$ , %) в СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона), 2018 год [454]

Среднее	Стандартная ошибка	Медиана	Мода	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Эксцесс	Асимметричность	Счет
66,14	1,99	69,17	87,5	15,48	239,49	1,14	-0,91	60

На рисунке Ш.11 (Приложение Ш) представлена диаграмма размахов исследуемых групп данных значений показателя количества частиц в условно-чистой зоне в 2018 году. Результаты проверки гипотезы об отсутствии статистически значимых различий между значениями количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$ , %), измеренных на территории условно чистой зоны (СНТ «Орошенец») представлены как:  $H=12,7$ ;  $Df=5$ ;  $P\text{-value}=0,064$ . Таким образом, при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  гипотеза об однородности выборок признана значимой.

В таблице 5.7 представлены описательные статистики показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$ , %), в 2019 году в СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона).

Таблица 5.7 Описательные статистики показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$ , %) в СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона), 2019 год [454]

Среднее	Стандартная ошибка	Медиана	Мода	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Эксцесс	Асимметричность	Счет
69,80	1,31	73,59	44,9	13,06	170,65	-0,39	-0,65	100

На рисунке Ш.12 (Приложение Ш) представлена диаграмма размахов исследуемых групп данных за 2019 год.

Результаты проверки гипотезы об отсутствии статистически значимых различий между значениями количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10, \%}$ ) аэрозольных суспензий, измеренных на территории условно чистой зоны (СНТ «Орошенец») представлены следующим образом:  $N=16,8$ ;  $Df=5$ ;  $P\text{-value}=0,0594$ . Таким образом, при уровне значимости  $\alpha=0,05$  гипотеза об однородности выборок признается значимой [492].

В таблице 5.8 представлены описательные статистики показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10, \%}$ ) в 2020 году в СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона).

Таблица 5.8 Описательные статистики показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10, \%}$ ), в 2020 году в СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона) [494]

Среднее	Стандартная ошибка	Медиана	Мода	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Эксцесс	Асимметричность	Счет
69,2231	1,4369	74,215	33,33	14,369	206,4682	1,147332	1,39302	100

На рисунке Ш.13 (Приложение Ш) представлены диаграммы размахов исследуемых групп данных.

Результаты проверки гипотезы об отсутствии статистически значимых различий между значениями количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10, \%}$ ), аэрозольных суспензий, измеренных на территории условно чистой зоны (СНТ «Орошенец») представлены как:  $N=9,308$ ;  $Df=9$ ;  $P\text{-value}=0,18$ . Таким образом, при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  гипотеза об однородности выборок признается значимой [494].

В таблице 5.9 представлены средние значения базового фактора (показателя количества частиц ( $N_{PM10, \text{доля}}$ ) ( $x_4$ )) в СНТ.

Таблица 5.9 Средние значения базового фактора аэрозольного показателя количества частиц ( $N_{PM10}$ , доля) ( $x_4$ ) в СНТ, 2018 - 2020 гг.

Год	$x_4$ , ( $N_{PM10}$ , доля)
2018	0,6614
2019	0,6980
2020	0,692231

### 5.5 Исследование аэрозольного показателя массовой доли аэрозольных частиц в условно чистой зоне

*Проверка гипотезы об однородности выборок в каждой точке исследования, содержащей результаты измерений показателя количества аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %) в условно чистой зоне (Советский район, Волгоград) по критерию Краскела — Уоллиса, 2018-2020 гг.*

В таблице 5.10 представлены описательные статистики показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %), в 2018 году в СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона).

На рисунке Ш.14 (Приложение Ш) представлена диаграмма размахов исследуемых групп данных за 2018 год.

Таблица 5.10 Описательные статистики показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %), в 2018 году в СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона) [454]

Среднее	Стандартная ошибка	Медиана	Мода	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Эксцесс	Асимметричность	Счет
4,476	0,463	3,03	3,06	3,589	12,887	2,44	1,667	60

Проверка гипотезы об отсутствии статистически значимых различий между значениями показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %), измеренных на территории условно чистой зоны (СНТ «Орошенец») показала

следующие результаты:  $N=9,47$ ;  $Df=5$ ;  $P\text{-value}=0,91$ . Таким образом, при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  гипотеза об однородности выборок признается значимой. В таблице 5.11 представлены описательные статистики показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %) в 2019 году в СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона).

Таблица 5.11 Описательные статистики показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %) в СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона), 2019 год

Среднее	Стандартная ошибка	Медиана	Мода	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Экссесс	Асимметричность	Счет
8,55	1,30	5,96	5,30	13,01	169,23	22,42	4,59	100

На рисунке 25 представлена диаграмма размахов исследуемых групп данных.

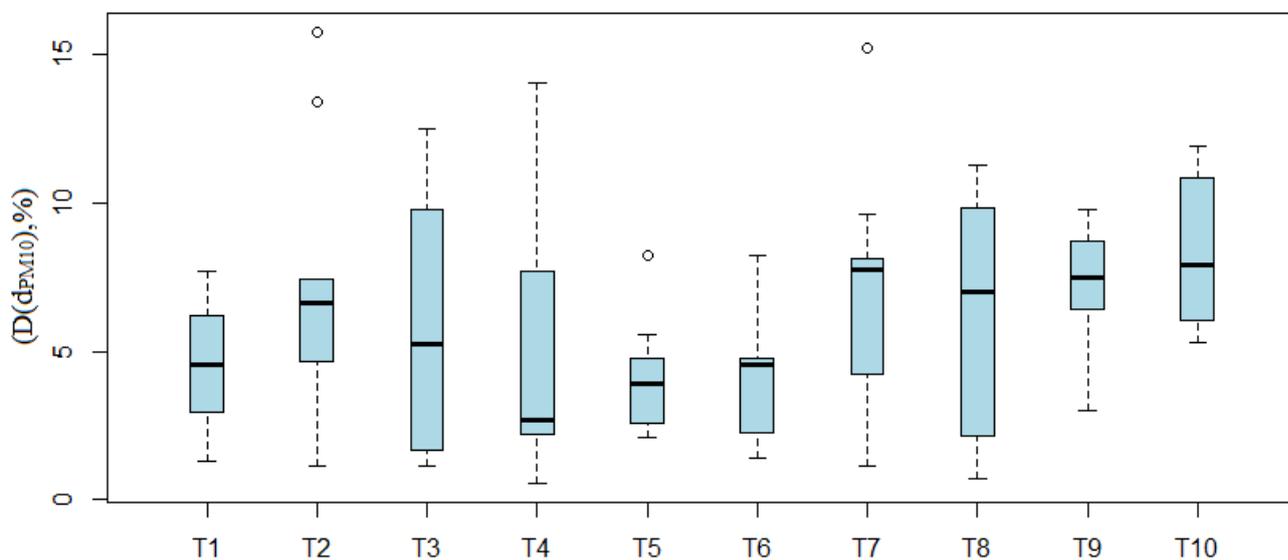


Рисунок 25 – Диаграмма размахов значений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ ,%) для каждой точки отбора проб из условно чистой зоны, 2019 год [496]

Результаты проверки гипотезы об отсутствии статистически значимых различий между значениями показателя массовой доли аэрозольных частиц

( $D(d_{PM10})$ , %) аэрозольных суспензий, измеренных на территории условно чистой зоны (СНТ «Орошенец», «Шельф») представлены как  $N=16,4$ ;  $Df=9$ ;  $P\text{ value}=0,058$ . Таким образом, при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  гипотеза об однородности выборок признается значимой.

В таблице 5.12 представлены описательные статистики показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ ,%) в 2020 году в СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона).

Таблица 5.12 Описательные статистики показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %) в 2020 году в СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона) [495]

Среднее	Стандартная ошибка	Медиана	Мода	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Эксцесс	Асимметричность	Счет
3,21	0,41	1,00	0,15	4,12	16,94	1,55	1,54	100

На рисунке 26 представлена диаграмма размахов исследуемых групп данных значений массовой доли частиц из условно чистой зоны в 2020 году.

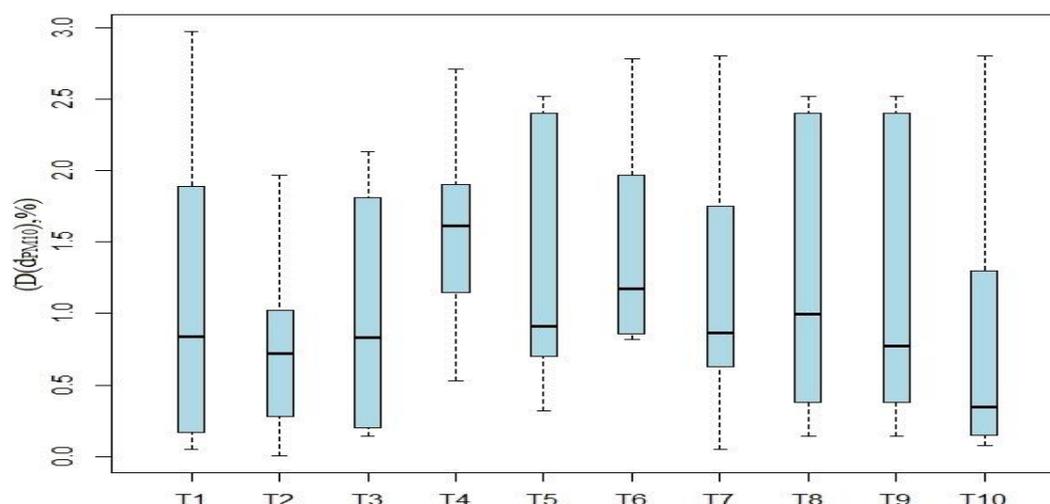


Рисунок 26 – Диаграмма размахов значений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %) для каждой точки отбора проб из условно чистой зоны, 2020 год

Результаты проверки гипотезы об отсутствии статистически значимых различий между значениями показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %), измеренных на территории условно чистой зоны (СНТ «Орошенец») представлены в таблице 5.13.

Таблица 5.13 Результаты проверки гипотезы об однородности результатов измерений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %), (условно чистая зона), 2020 год

Расчетное значение критерия (H)	Число степеней свободы (Df)	P-value
10.679	5	0.2883

Таким образом, при уровне значимости  $\alpha=0,05$  гипотеза об однородности выборок признается значимой. В таблице 5.14 представлены средние значения базового фактора (показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , доля) ( $x_5$ )).

Таблица 5.14 Средние значения базового фактора показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , доля) ( $x_5$ ) в условно чистой зоне, 2018 - 2020 гг.

Год	$x_5$ , ( $D(d_{PM10})$ , доля)
2018	0,0476
2019	0,0855
2020	0,0321

## **5.6 Интегральная экспресс-оценка экологического состояния территории условно чистой зоны и прогнозирование источников загрязнения атмосферного воздуха**

Получив статистически значимые, средние данные по пяти базовым факторам (аэрозольным показателям: кислотности (рН), удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см), показателю развития тест-объектов (Lr, см), количеству ( $N_{PM10}$ , доля) и массовой доли ( $D(d_{PM10})$ , доля), была выполнена

интегральная экспресс-оценка экологического состояния территории условно чистой зоны ( $Q_{\text{учз}}$ ), которая определялась сверткой нормированных базовых факторов, соответствующих функциям (таблица 5.15).

Таблица 5.15 Средние значения базовых факторов, установленные в условно чистой зоне

Территория исследования	Годы	$x_1(\text{pH})$	$x_2(\text{ЕС, мкСм/см})$	$x_3(\text{Lr, см})$	$x_4(\text{N}_{\text{PM10}}, \text{доля})$	$x_5(\text{Dd}_{\text{PM10}}, \text{доля})$
условно чистая зона	2018	6,37	38,1	4,5	0,661	0,0447
	2019	6,47	40,1	5,8	0,698	0,0855
	2020	6,4	42,7	5,3	0,697	0,0321

Приведем пример расчета нормировки полученных значений базовых факторов в СНТ в 2018 году.

1. Нормируем показатель  $D_{\text{PM10}}$ , исходное значение 0,044

$$p_1(x) = 1 - \frac{1}{\ln(2)} \ln(x+1) = 1 - \frac{\ln(0.0447+1)}{\ln(2)} = 0.937.$$

2. Нормируем показатель  $N_{\text{PM10}}$ , исходное значение 0,667

$$p_2(x) = 1 - \frac{1}{\ln(2)} \ln(x+1) = 1 - \frac{\ln(0.667+1)}{\ln(2)} = 0.263.$$

3. Нормируем показатель ЕС, исходное значение 38,1 мкСм/см

$$p_3(x) = e^{-\frac{x^2}{3200}} = e^{-\frac{38.1^2}{3200}} = 0.635.$$

4. Нормируем показатель pH, исходное значение 6.37

$$p_4(x) = \begin{cases} 1 & \text{при } 5,5 \leq x \leq 6,5 \\ -0,05x^2 + 0,95x - 2,7125 & \text{при } 3,5 \leq x < 5,5 \\ -0,05x^2 + 0,25x + 1,48 & \text{при } 6,5 < x \leq 8,5. \end{cases}$$

5. Нормируем показатель Lr, исходное значение 4.5

$$p_5(x) = \begin{cases} \frac{1}{\ln(5,36)} \ln(x+1) & \text{при } x < 4.36 \\ 1 & \text{при } x \geq 4.36 \end{cases} = 1.$$

После нормировки показателей вычисляем суммарную оценку качества экологического состояния условно чистой зоны СНТ «Орошенец», «Шельф».

Весовые коэффициенты  $\alpha_i$  примем равными 1, т.к. считаем, что наши показатели одинаково важны для оценки качества экологического состояния.

$$\begin{aligned} Q_{\text{учз}} &= -\ln\left(\frac{\alpha_1 e^{-p_1} + \alpha_2 e^{-p_2} + \alpha_3 e^{-p_3} + \alpha_4 e^{-p_4} + \alpha_5 e^{-p_5}}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5}\right) = -\ln\left(\frac{e^{-0.937} + e^{-0.263} + e^{-0.635} + e^{-1} + e^{-1}}{5}\right) = \\ &= -\ln\left(\frac{0.392 + 0.769 + 0.53 + 0.368 + 0.368}{5}\right) = -\ln(0.4854) = 0.725. \end{aligned}$$

Таким образом, суммарная оценка качества экологического состояния условно чистой зоны в 2018 году составлял 0,725 и зона была отнесена к группе 1 (см. глава 3).

Таким образом, интегральная оценка экологического состояния территории или суммарная оценка качества условно чистой зоны в 2018 году была установлена как  $Q_{\text{учз}} = 0,725$ , зоне было присвоен 1 балл (см. главу 3), то есть экологический статус условно чистой зоны характеризовался как «зона кризиса», что было обусловлено загрязнением окружающей среды.

**Приведем пример расчета нормировки полученных значений базовых факторов в условно чистой зоне в 2019 году.**

1. Нормируем показатель  $D_{\text{PM}_{10}}$ , исходное значение 0,0855

$$p_1(x) = 1 - \frac{1}{\ln(2)} \ln(x+1) = 1 - \frac{\ln(0.0855+1)}{\ln(2)} = 0.882.$$

2. Нормируем показатель  $N_{\text{PM}_{10}}$ , исходное значение 0,667

$$p_2(x) = 1 - \frac{1}{\ln(2)} \ln(x+1) = 1 - \frac{\ln(0.698+1)}{\ln(2)} = 0.236.$$

3. Нормируем показатель ЕС, исходное значение 40,1 мкСм/см

$$p_3(x) = e^{-\frac{x^2}{3200}} = e^{-\frac{40.1^2}{3200}} = 0.605.$$

4. Нормируем показатель рН, исходное значение 6.47

$$p_4(x) = \begin{cases} 1 & \text{при } 5,5 \leq x \leq 6,5 \\ -0,05x^2 + 0,95x - 2,7125 & \text{при } 3,5 \leq x < 5,5 \\ -0,05x^2 + 0,25x + 1,48 & \text{при } 6,5 < x \leq 8,5. \end{cases}$$

5. Нормируем показатель Lr, исходное значение 5.8

$$p_5(x) = \begin{cases} \frac{1}{\ln(5,36)} \ln(x+1) & \text{при } x < 4,36 \\ 1 & \text{при } x \geq 4,36 \end{cases} = 1.$$

После нормировки вычислим суммарную оценку качества экологического состояния условно чистой зоны. Весовые коэффициенты  $\alpha_i$  примем равными 1, т.к считаем, что наши показатели одинаково важны для оценки качества экологического состояния территории.

$$\begin{aligned} Q_{\text{учз.}} &= -\ln\left(\frac{\alpha_1 e^{-p_1} + \alpha_2 e^{-p_2} + \alpha_3 e^{-p_3} + \alpha_4 e^{-p_4} + \alpha_5 e^{-p_5}}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5}\right) = \\ &= -\ln\left(\frac{e^{-0,882} + e^{-0,236} + e^{-0,605} + e^{-1} + e^{-1}}{5}\right) = -\ln(0,497) = 0,699. \end{aligned}$$

Таким образом, суммарная оценка качества экологического состояния условно чистой зоны в 2019 году составлял 0,699 и зона была отнесена к группе 1 (см. глава 3).

Таким образом, интегральная оценка экологического состояния территории или суммарная оценка качества условно чистой зоны в 2019 году была установлена как  $Q_{\text{учз.}} = 0,699$ , зоне было присвоен 1 балл (см. главу 3), то есть экологический статус условно чистой зоны характеризовался как «зона кризиса», что было обусловлено загрязнением окружающей среды.

**Приведем пример расчета нормировки полученных значений базовых факторов в условно чистой зоне в 2020 году.**

1. Нормируем показатель  $D_{\text{PM10}}$ , исходное значение 0,03211

$$p_1(x) = 1 - \frac{1}{\ln(2)} \ln(x+1) = 1 - \frac{\ln(0,03211+1)}{\ln(2)} = 0,954.$$

2. Нормируем показатель  $N_{PM10}$ , исходное значение 0,697

$$p_2(x) = 1 - \frac{1}{\ln(2)} \ln(x+1) = 1 - \frac{\ln(0.697+1)}{\ln(2)} = 0.237.$$

3. Нормируем показатель ЕС, исходное значение 42,7 мкСм/см

$$p_3(x) = e^{-\frac{x^2}{3200}} = e^{-\frac{42.7^2}{3200}} = 0.566.$$

4. Нормируем показатель рН, исходное значение 6.4

$$p_4(x) = \begin{cases} 1 & \text{при } 5,5 \leq x \leq 6,5 \\ -0,05x^2 + 0,95x - 2,7125 & \text{при } 3,5 \leq x < 5,5 \\ -0,05x^2 + 0,25x + 1,48 & \text{при } 6,5 < x \leq 8,5. \end{cases} = 1$$

5. Нормируем показатель Lr, исходное значение 5,3

$$p_5(x) = \begin{cases} \frac{1}{\ln(5,36)} \ln(x+1) & \text{при } x < 4,36 \\ 1 & \text{при } x \geq 4,36 \end{cases} = 1.$$

После нормировки вычисляем суммарную оценку качества экологического состояния условно чистой зоны. Весовые коэффициенты  $\alpha_i$  примем равными 1, т.к. считаем, что наши показатели одинаково важны для оценки качества экологического состояния.

$$\begin{aligned} Q_{\text{учз.}} &= -\ln\left(\frac{\alpha_1 e^{-p_1} + \alpha_2 e^{-p_2} + \alpha_3 e^{-p_3} + \alpha_4 e^{-p_4} + \alpha_5 e^{-p_5}}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5}\right) = \\ &= -\ln\left(\frac{e^{-0.954} + e^{-0.237} + e^{-0.566} + e^{-1} + e^{-1}}{5}\right) = -\ln(0.496) = 0.702. \end{aligned}$$

Таким образом, в 2018 году интегральная оценка экологического состояния территории исследуемых садоводческих товариществ была установлена как  $Q_{\text{учз.}} = 0,702$ , зоне было присвоен 1 балл (см. главу 3), то есть экологический статус условно чистой зоны характеризовался как «зона кризиса», что было обусловлено загрязнением окружающей среды.

В таблице 5.16 приведены данные результатов вычислений интегральной экспресс-оценки экологического состояния территории условно чистой зоны ( $Q_{\text{СНТ}}$ ).

Таблица 5.16 Результаты вычислений интегральной экспресс-оценки экологического состояния территории условно чистой зоны ( $Q_{\text{СНТ}}$ )

Территории исследования	Годы	Интегральная оценка экологического состояния территории ( $Q_{\text{СНТ}}$ )	Баллы	Возможные изменения флоры и фауны	Экологический статус территории
условно чистая зона	2018	0,725	1	Слабые изменения флоры и фауны	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.

Исследуемому участку был присвоен 1 балл, что означает экологический статус территории как «экологическая норма», но при этом, на ней наблюдаются возможные «слабые» изменения флоры и фауны.

Это означает факт того, что в атмосферном воздухе имеются в следовых количествах загрязнение атмосферного воздуха.

Реализация IV этапа экологического мониторинга с использованием аэрозольных показателей позволила спрогнозировать возможные 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, сельскохозяйственные поля вблизи СНТ многие годы не возделываются, животноводческая ферма не функционирует.

«Природный принцип» указал на имеющиеся поверхностные среднетемпературные аномалии, которые были выявлены автором в результате анализа данных новейших спутниковых программ (Landsat-8, USA) с построением карты исследуемой территории (рисунок 27). При этом тепловые аномалии были обнаружены преимущественно в окрестностях СНТ, в его

северо-восточной и северо-западной части, что может свидетельствовать об активности геологических структур.

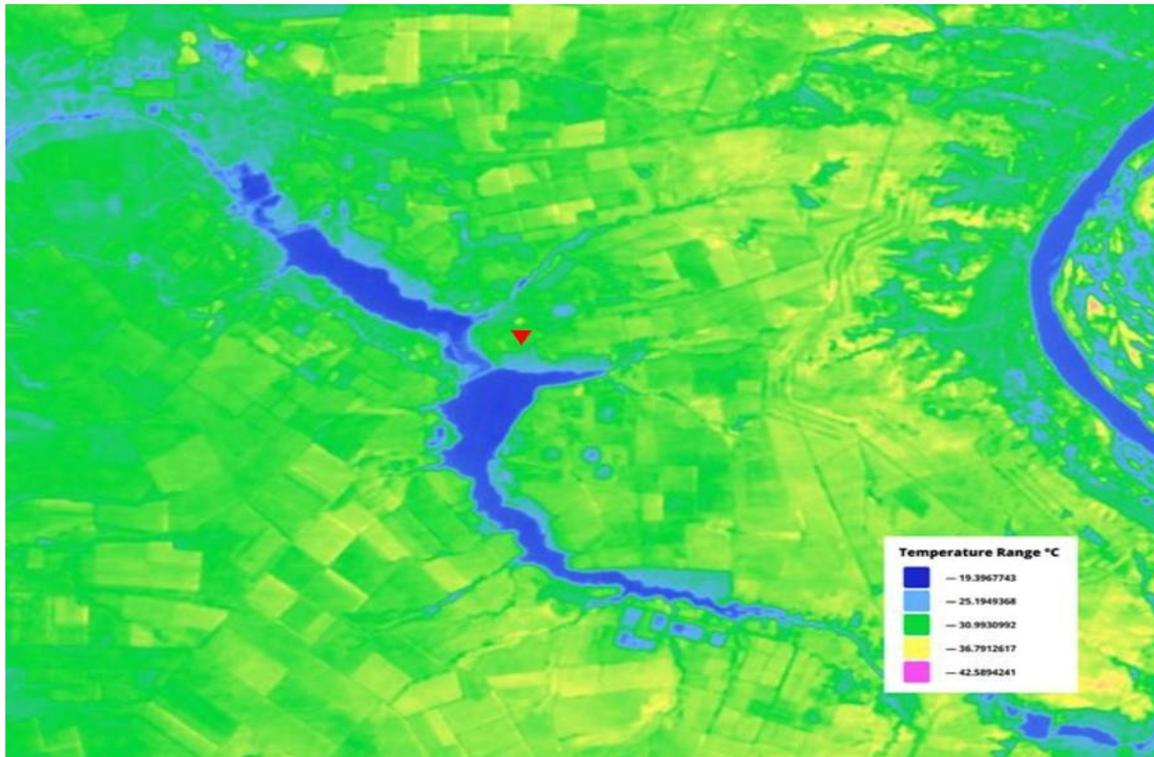


Рисунок 27 – Ситуационная карта тепловых аномалий вокруг (СНТ «Шельф», «Орошенец») (СНТ отмечено красным треугольником), Волгоград, ((условно чистая зона), (Landsat 8:LC8[172\_26] (2021-08-29\_007-54) LST\_B10)): температура поверхности земли от +19.3967743 °C до +42.5894241°C [492]

«Геологический принцип»: в геологическом плане территория данного участка характеризуется малой изученностью. При этом автором в окрестностях СНТ, а именно в балках по периметру СНТ были обнаружены следующие минералы: обломки кварца, разноцветного кремния, вулканического стекла, зеленого и фиолетового флюорита, розового кварца и других минералов.

Протоколы испытаний единичных проб, например, по элементному составу корней растений, собранных на территории с повышенными значениями поверхностных температурных аномалий свидетельствуют о значительном превышении по олову (Sn) в 45-67.5 раз; по скандию (Sc) – в 16-40 раз; по титану (Ti) – в 9.6–48 раз; по хрому (Cr) – в 2.3-15 раз; по железу (Fe) – в 7 раз; по

лантану (La) – в 6-15 раз; по лютецию (Lu) - 3.3 раза; по цирконию (Zr) – в 2.3-14.5 раз; по Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Yb – в 4-6 раз; по торию (Th) – в 50 раз; по урану (U) – в 19 раз и др. Данные приведены в сравнении с кларковыми значениями (Markert B., 1991 [581]; Ковальскому В. В. [582]). Пример протокола испытания проб в Приложении Ш (рисунок Ш.15).

Подобные исследования по использованию растений в качестве биомониторов качества окружающей среды использовались ранее автором [583-585].

Элементный состав единичных проб донных отложений из ручьев в окрестностях СНТ, собранных на территории с повышенными значениями поверхностных температурных аномалий, показал превышение значений по палладию (Pd) по сравнению с кларками (по Rudnik R.L., 2003) [586], (по Беусу А.А. и др., 1976) [587], при этом в пробах также был обнаружен редкий элемент – платина (Pt)/0,94 г/т (данных значений по кларку этого элемента не обнаружено). Примеры протоколов испытания проб в Приложении Ш (рисунок Ш.16).

Данные факты требуют масштабной геологоразведки данной территории, поскольку могут указывать на проявления вблизи СНТ возможного коренного месторождения металлов платиновой группы.

«Сетлементный» принцип: в грунтовом слое лично автором обнаружены многочисленные древние шлаки, антрациты, железная крица и другие предметы жизнедеятельности людей, которые занимались на данной территории в прошлом, предположительно, древней металлургией.

«Медико-экологический» принцип: открытых данных по исследуемой территории нет, поскольку это не населенный пункт, а СНТ.

«Компаративный» принцип: Экологический мониторинг территории условно-чистой зоны с использованием показателей аэрозолей установил экологический статус СНТ как территории «экологической нормы», поскольку выявленная интегральная оценка экологического состояния земельного участка в течение 2018-2020 гг. составила:  $Q_{\text{СНТ}}=0,699-0,702$ , что указывало на некоторые изменения флоры и фауны, поскольку данной территории был присвоен 1 балл, а

не 0. Данный факт свидетельствует о небольшом загрязнении территории из возможных природных источников, поскольку автором было выявлено локальное тепловое загрязнение в условно-чистой зоне с использованием данных новейшей спутниковой программы (Landsat-8, USA), а в растениях, донных отложениях были спрогнозированы аномалии среди химических элементов. При этом, реализуя сетлементый принцип, были также обнаружены артефакты, указывающие на развитие в прошлом древней металлургии в данной местности.

Обобщая результаты исследования, целесообразно было бы сравнить две территории (селитебную зону рп Средняя Ахтуба, функционирующую в условиях нагрузки предприятий строительного комплекса и условно-чистой зону садоводческого товарищества) по показателям аэрозольных частиц для выявления среди них такого показателя, который бы мог явиться индикатором на небольшое загрязнение территории условно-чистой зоны с целью его дальнейшего применения при исследовании аэрозольного загрязнения территорий.

### **Выводы по главе 5**

1. Охарактеризована территория условно чистой зоны, на которой происходила апробация новой технологии - СНТ «Орошенец», «Шельф», Советский район Волгограда.

2. Осуществлен отбор проб и приготовление суспензий из аэрозольных частиц по аналогии с селитебной зоной рп Средняя Ахтуба (I, II этапы экологического мониторинга).

3. Установлены значения аэрозольных показателей в условно чистой зоне в 2018, 2019, 2020 гг. (III этап).

4. Обобщены результаты измерений аэрозольных показателей в условно чистой зоне за 2018-2020 гг. (III этап).

5. Выполнены описательные статистики по аэрозольным показателям условно чистой зоны за 2018-2020 гг. (III этап).

6. Проведена проверка гипотезы об однородности результатов измерения аэрозольных показателей по критерию Краскела-Уолиса в условно чистой зоне за 2018-2020 гг. (III этап реализации новой технологии).

7. Сформированы средние значения базовых факторов (аэрозольных показателей) ( $x_1-x_5$ ) из условно чистой зоны за 2018-2020 гг. (III этап).

8. Осуществлена интегральная оценка экологического состояния территории из условно чистой зоны, которая определялась сверткой нормированных базовых факторов по Колмогорову-Нагумо (III этап).

9. Установлен экологический статус территории условно чистой зоны как зоны «экологической нормы» со слабыми проявлениями угнетения флоры и фауны (III этап).

10. Спрогнозировано природное загрязнение территории в условно-чистой зоне, выявлены среднетемпературные тепловые аномалии с несколько повышенным фоном в северо-западной и северо-восточной территориях вблизи СНТ и в его основании, что может указывать на активность геологических структур в виде возможного проявления скрытого месторождения полезных ископаемых (IV этап).

## Глава 6 Сравнительная характеристика селитебной и условно чистой зон с использованием показателей аэрозолей

Экологический статус территории, установленный в условно чистой зоне как «экологическая норма», но со «слабыми возможными угнетениями флоры и фауны» и с присвоением этой территории балла «1» по 6-бальной оценочной шкале - позволил усомниться в ее изначальном статусе как условно чистой зоны.

Поскольку интегральная оценка экологического состояния территории за 2018, 2019, 2020 гг. устойчиво демонстрировала на протяжении трех лет один и тот же балл «1», что свидетельствовало о небольшом загрязнении данной территории и действии какого-либо системного фактора, возможно, природного, поскольку известно, что в радиусе 20 км от СНТ отсутствует какая-либо антропогенная нагрузка.

В этой связи было применено дистанционное зондирование Земли с использованием данных новейшей спутниковой программы Landsat-8 (USA), что позволило выявить впервые в районе исследуемых СНТ небольшие по площади точечные поверхностные среднетемпературные аномалии, что, по мнению автора, являются проекцией активности неизвестных геологических структур и причиной возможного слабого загрязнения территории.

Сравнительная характеристика двух территорий: условно чистой (СНТ «Орошенец», «Шельф») и селитебной (рп Средняя Ахтуба) зон может продемонстрировать, какой из пяти показателей наиболее чувствителен к загрязнению территории условно чистой зоны, выступая впоследствии индикатором (индикаторами) на аэрозольное загрязнение изучаемой местности. Для сравнения двух территорий по каждому аэрозольному показателю были проведены исследования с использованием Т- критерия Вилкоксона за 2018, 2019, 2020 гг.

## **6.1 Сравнительная характеристика селитебной зоны рп Средняя Ахтуба и условно чистой зоны СНТ «Орошенец», «Шельф» по аэрозольному показателю кислотности в 2018-2020 гг.**

Проведенные исследования показали, что отсутствуют определенные различия по аэрозольным показателям внутри изученных территорий (условно чистая (глава 5) и селитебная (глава 4) зоны), в связи с чем стало возможным объединить результаты измерений по каждому показателю и провести сравнения двух территорий (условно-чистой и селитебной зон).

Также автором была осуществлена проверка гипотезы об установлении существенных различий между двумя выборками, которые содержали результаты обобщенных измерений по каждому исследованному показателю аэрозольных частиц на территориях условно чистой зоны (СНТ «Орошенец», «Шельф») и селитебной зоны рп Средняя Ахтуба Среднеахтубинского района Волгоградской области) за 2018, 2019, 2020 гг.

В этой связи использовался Т- критерий Вилкоксона. При проведении исследований первой принималась выборка, содержащая измерения аэрозольного показателя в точках исследования селитебной зоны (рп Средняя Ахтуба) (см. глава 4).

Второй выборкой были значения измерений аэрозольного показателя в точках исследования из условно чистой зоны (см. глава 5).

Данные измерений на территориях условно чистой и селитебной зон были объединены в общий массив и далее осуществлялась сортировка.

Используя критерий Т-Вилкоксона, проверялась гипотеза об однородности двух выборок, содержащих результаты измерений исследуемых показателей между территориями условно чистой зоны (СНТ «Орошенец», «Шельф») и селитебной зоны (рп Средняя Ахтуба Среднеахтубинского района Волгоградской области) в течение 2018-2020 гг.

**2018 год:** Объединенный массив наблюдаемых значений показателя кислотности за 2018 год, с выполненной в порядке возрастания значений сортировкой представлен в таблице 6.1.

Таблица 6.1 Объединенный массив наблюдаемых значений показателя кислотности (рН), отсортированный по возрастанию (2018 год)

3,9	4	4,1	4,2	4,2	4,3	4,3	4,3	4,4	4,4	4,5	4,5
4,5	4,5	4,5	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,7
4,7	4,7	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,9	4,9	5	5
5,1	5,1	5,1	5,2	5,2	5,2	5,2	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3
5,4	5,4	5,4	5,4	5,5	5,5	5,5	5,6	5,6	5,7	5,8	6
6	6	6	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,2	6,2	6,2
6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
6,3	6,3	6,3	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4
6,4	6,4	6,4	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
6,5	6,5	6,6	6,6	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,8	6,8	6,8

Присвоение рангов вариантам исследуемого объединенного ряда измерений показателя кислотности:

$$g_1 = 3,9 \rightarrow 1$$

$$g_2 = 4 \rightarrow 2$$

$$g_3 = 4,1 \rightarrow 3$$

$$g_4 = g_5 = 4,2$$

поэтому ранг 4-й и 5-й вариант будет рассчитан как среднее арифметическое порядковых номеров вариант (4 и 5) в общем вариационном ряде:  $(4 + 5) / 2 = 4,5$ .

$$g_4 = 4,2 \rightarrow 4,5$$

$$g_5 = 4,2 \rightarrow 4,5$$

Ранги всех последующих вариант объединенного ряда рассчитываются аналогичным образом.

Для исследуемого объединенного ряда измерений показателя кислотности пары варианта – ранг имеют следующий вид:

$$g_1 = 3,9 \rightarrow 1$$

$$g_2 = 4 \rightarrow 2$$

$$g_3 = 4,1 \rightarrow 3$$

$$g_4 = 4,2 \rightarrow 4,5$$

$$g_5 = 4,2 \rightarrow 4,5$$

и т.д.

Для остальных вариантов объединенного ряда, содержащего результаты измерений показателя кислотности (рН) аэрозольных суспензий на двух территориях, и расчет статистики по Т-критерию Вилкоксона ( $W_{\text{набл.}}$ ), осуществлен в таблице Щ.1 (Приложение Щ).

$$W_{\text{набл.}} = 1852,5$$

Далее, с использованием равенства: определено значение  $z_{\text{кр}}$ .

Уровень значимости:  $\alpha = 0,05$ .

$$\Phi(z_{\text{кр}}) = \frac{1 - \alpha}{2} = \frac{1 - 0,05}{2} = 0,475$$

По таблице функции Лапласа находится конкретное значение  $z_{\text{кр}}$ :

$$z_{\text{кр}} = 1,96.$$

Значение нижней критической точки:

$$w_{\text{н.кр.}}(Q, n_1, n_2) = \frac{(n_1 + n_2 + 1) \cdot n_1 - 1}{2} - z_{\text{кр}} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2 \cdot (n_1 + n_2 + 1)}{12}}$$

$$w_{\text{н.кр.}}(0,025; 60; 60) = \frac{(60 + 60 + 1) \cdot 60 - 1}{2} - 1,96 \cdot \sqrt{\frac{60 \cdot 60 \cdot (60 + 60 + 1)}{12}} = 3256,1$$

Значение верхней критической точки:

$$w_{\text{в.кр.}} = (n_1 + n_2 + 1) \cdot n_1 - w_{\text{н.кр.}} = (60 + 60 + 1) \cdot 60 - 3256,1 = 4003,9$$

Наблюдаемое значение статистики (рассчитанное по эмпирическим данным) по Т-критерию Вилкоксона  $W_{\text{набл.}} = 1852,5$ . Нулевая гипотеза отвергается и принимается конкурирующая гипотеза в том случае, если  $W_{\text{набл.}} < w_{\text{н.кр}}$  или  $W_{\text{набл.}} > w_{\text{в.кр}}$ . Сравнение значений:  $W_{\text{набл.}}$ ,  $w_{\text{в.кр}}$  и  $w_{\text{н.кр}}$ . Т.к.  $W_{\text{набл.}} = 1852,5 < w_{\text{н.кр}} = 3256,1$  то, поэтому нулевая гипотеза об однородности анализируемых выборок отвергается и принимается конкурирующая гипотеза о неоднородности

анализируемых выборок ( $F(X) \neq G(X)$ ), содержащих данные измерений показателя кислотности (рН) аэрозольных суспензий в точках исследования в рп Средняя Ахтуба (экспериментальная территория) (при проведении расчетов эти данные образуют первую выборку) и результаты измерений показателя кислотности аэрозольных суспензий в точках исследования в СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона) (при проведении расчетов данные условно чистой зоны образуют вторую выборку). С вероятностью  $p=0,95$  различие полученных результатов измерений показателя кислотности (рН) аэрозольных суспензий из исследованных точек в селитебной зоне и точек исследования из условно чистой зоны в 2018 году являлись статистически значимыми, что было доказано ранее (таблица 6.2).

Таблица 6.2 Статистически значимые различия полученных результатов измерений показателя кислотности (рН) аэрозольных суспензий из СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона) и селитебной зоны (рп Средняя Ахтуба), 2018 год

Территории исследования	Показатель кислотности (рН)
СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона)	$6,37 \pm 0,02$
Селитебная зона рп Средняя Ахтуба	$4,89 \pm 0,06$
N (норма)	5,5-6,5

**2019 год:** Объединенный массив наблюдаемых значений показателя кислотности за 2019 год с выполненной в порядке возрастания значений сортировкой представлен в таблице Щ.2 (Приложение Щ).

Для исследуемого объединенного ряда измерений показателей кислотности пары «варианта – ранг» имеют следующий вид:

$$g_1 = 5,1 \rightarrow 1$$

$$g_2 = 5,11 \rightarrow 2$$

$g_3 = g_4 = g_5 = 5,12$ , поэтому ранг 3-й, 4-й, 5-й, вариант будет рассчитан как среднее арифметическое порядковых номеров вариант (3, 4, 5) в общем вариационном ряде:  $(3 + 4 + 5) / 3 = 4$ .

$$g_3 = 5,12 \rightarrow 4$$

$$g_4 = 5,12 \rightarrow 4$$

$$g_5 = 5,12 \rightarrow 4$$

и т.д.

Для остальных вариантов объединенного ряда, содержащего результаты измерений показателя кислотности (рН) аэрозольных суспензий на двух территориях, и расчет статистики Вилкоксона ( $W_{\text{набл.}}$ ), осуществлен в таблице Щ.3 (Приложение Щ).

$$W_{\text{набл.}} = 5330$$

Найдем  $z_{\text{кр}}$ , используя равенство:

$$\Phi(z_{\text{кр}}) = \frac{1 - \alpha}{2}$$

$$\Phi(z_{\text{кр}}) = \frac{1 - \alpha}{2} = \frac{1 - 0,05}{2} = 0,475$$

Значение  $z_{\text{кр}}$ , определяемое по таблице Лапласа:

$$z_{\text{кр}} = 1,96$$

$$\Phi(z_{\text{кр}}) = \frac{1 - \alpha}{2} = \frac{1 - 0,05}{2} = 0,475$$

Значение нижней критической точки:

$$w_{\text{н.кр.}}(Q, n_1, n_2) = \frac{(n_1 + n_2 + 1) \cdot n_1 - 1}{2} - z_{\text{кр}} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2 \cdot (n_1 + n_2 + 1)}{12}}$$

$$w_{\text{н.кр.}}(0,025, 90, 100) = \frac{(90 + 100 + 1) \cdot 90 - 1}{2} - z_{\text{кр}} \cdot \sqrt{\frac{90 \cdot 100 \cdot (90 + 100 + 1)}{12}} = 7852,8$$

Значение верхней критической точки:

$$w_{\text{в.кр.}} = (n_1 + n_2 + 1) \cdot n_1 - w_{\text{н.кр.}} = (90 + 100 + 1) \cdot 90 - 7852,8 = 9337,2$$

Если  $W_{\text{набл.}} < w_{\text{н.кр.}}$  или  $W_{\text{набл.}} > w_{\text{в.кр.}}$ , тогда нулевая гипотеза отвергается и принимается конкурирующая гипотеза.

Т.к.  $W_{\text{набл.}} = 5330 < w_{\text{н.кр.}} = 7852,8$ , поэтому нулевая гипотеза об однородности анализируемых выборок отвергается и принимается конкурирующая гипотеза.

Поскольку исследование показывает, что при уровне значимости 0,05 существенных различий внутри каждого из исследуемых земельных участков нет, то, возможно объединить наборы данных и провести сравнение жилой и условно чистой зоны.

**2020 год:** Объединенный массив наблюдаемых значений показателя кислотности с выполненной в порядке возрастания значений сортировкой представлен в таблице Щ.4 (Приложение Щ).

Для исследуемого объединенного ряда измерений показателей удельной кислотности пары варианта – ранг имеют следующий вид:

$$g_1 = 5,11 \rightarrow 1$$

$$g_2 = 5,12 \rightarrow 2$$

$$g_3 = g_4 = g_5 = g_6 = g_7 = 5,13,$$

поэтому ранг 3-й, 4-й, 5-й, 6-й и 7-й вариант будет рассчитан как среднее арифметическое порядковых номеров вариант (3, 4, 5, 6, 7) в общем вариационном ряде:  $(3+4+5+6+7)/2=5$ .

$$g_3 = 5,13 \rightarrow 5$$

$$g_4 = 5,13 \rightarrow 5$$

$$g_5 = 5,13 \rightarrow 5$$

$$g_6 = 5,13 \rightarrow 5$$

$$g_7 = 5,13 \rightarrow 5$$

Для остальных вариант объединенного ряда, содержащего результаты измерений показателя кислотности (рН) аэрозольных суспензий на двух территориях, и расчет статистики Вилкоксона ( $W_{\text{набл.}}$ ), осуществлен в таблице Щ.5 (Приложение Щ).

$$W_{\text{набл.}} = 5761$$

Далее, с использованием равенства:  $\Phi(z_{\text{кр}}) = \frac{1-\alpha}{2}$  определено значение  $z_{\text{кр}}$ .

Уровень значимости:  $\alpha=0,05$ .

$$\Phi(z_{\text{кр}}) = \frac{1-\alpha}{2} = \frac{1-0,05}{2} = 0,475$$

По таблице функции Лапласа находится конкретное значение  $z_{кр}$ :  $z_{кр}=1,96$ .

Значение нижней критической точки:

$$w_{н.кр.}(Q, n_1, n_2) = \frac{(n_1 + n_2 + 1) \cdot n_1 - 1}{2} - z_{кр} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2 \cdot (n_1 + n_2 + 1)}{12}}$$

$$w_{н.кр.}(0,025, 100, 100) = \frac{(100 + 100 + 1) \cdot 100 - 1}{2} - 1,96 \cdot \sqrt{\frac{100 \cdot 100 \cdot (100 + 100 + 1)}{12}} = 9247,3$$

Значение верхней критической точки:

$$w_{в.кр.} = (n_1 + n_2 + 1) \cdot n_1 - w_{н.кр.} = (100 + 100 + 1) \cdot 100 - 9247,3 = 10582,7$$

Наблюдаемое значение статистики (рассчитанное по эмпирическим данным) по T-критерию Вилкоксона  $W_{набл.} = 5761$

Если  $W_{набл.} < w_{н.кр.}$  или  $W_{набл.} > w_{в.кр.}$ , тогда нулевая гипотеза отвергается и принимается конкурирующая гипотеза.

Т.к.  $W_{набл.} = 5761 < w_{н.кр.} = 9247,3$ , поэтому нулевая гипотеза об однородности анализируемых выборок отвергается и принимается конкурирующая гипотеза:  $F(X) \neq G(X)$  о неоднородности анализируемых выборок, содержащих данные измерений показателя кислотности (рН) аэрозольных суспензий в десяти точках исследования жилой зоны рп Средняя Ахтуба (при проведении расчетов эти данные образуют первую выборку) и результаты измерений показателя кислотности аэрозольных суспензий в десяти точках исследования условно чистой зоны СНТ «Орошенец», «Шельф» (при проведении расчетов данные условно чистой зоны образуют вторую выборку).

В результате проведенных исследований прослеживается статистическая значимость различий по показателю рН аэрозольных суспензий между селитебной зоной в Волгоградской области (Среднеахтубинский район): рп Средняя Ахтуба и СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона) в течение 2018, 2019, 2020 гг. (таблица 6.3).

На рисунке 28 приведены гистограммы средних значений показателя кислотности в условно чистой и селитебной зонах в течение 2018-2020 гг.

Таблица 6.3 Статистически значимые различия полученных результатов измерений по показателю кислотности (рН) аэрозольных суспензий между СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона) и рп Средняя Ахтуба, 2018-2020 гг.

Территории исследования	Показатель кислотности (рН)		
	2018	2019	2020
СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона)	6,37±0,02	6,48±0,009	6,39±0,02
Селитебная зона рп Средняя Ахтуба	4,89±0,06	5,28±0,01	5,33±0,01

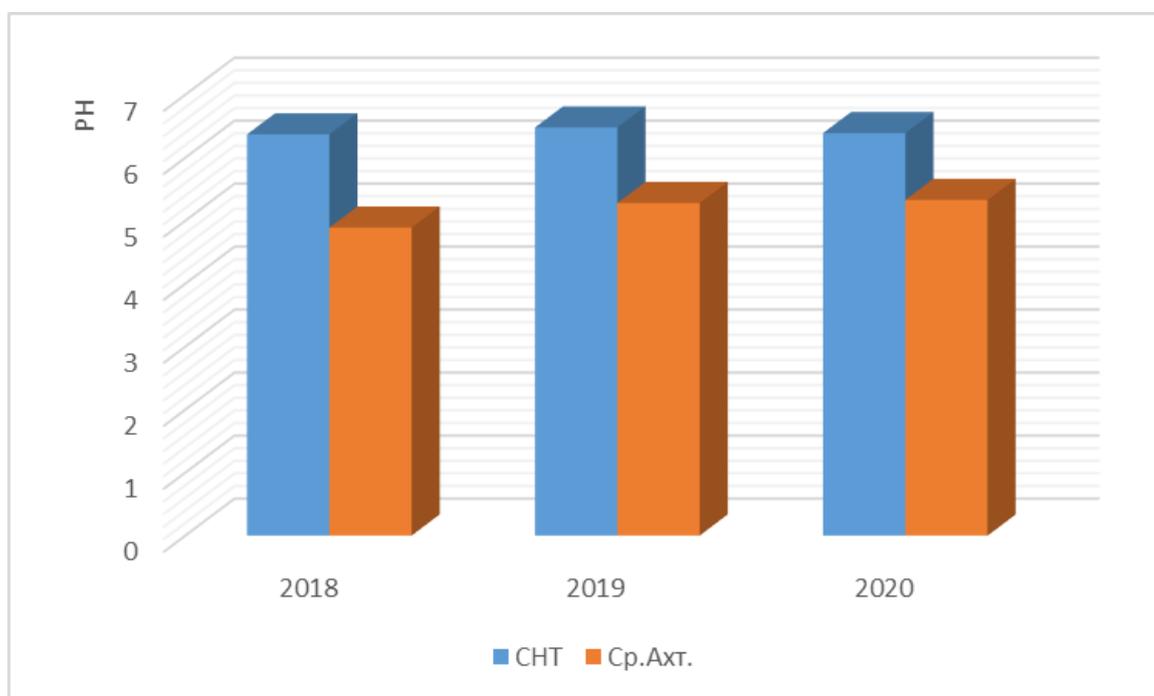


Рисунок 28 – Сравнительная характеристика средних значений показателя кислотности в условно чистой (СНТ) и селитебной зонах (рп Средняя Ахтуба (Ср.Ахт.))

Показатель кислотности в условно чистой зоне за весенне-летний период 2018-2020 гг. был в диапазоне нормы: рН = 5,5-6,5, так как соответствовал следующим значениям: рН = 6,37-6,48, что свидетельствовало об отсутствии кислых примесей в атмосферном воздухе СНТ «Орошенец», «Шельф». В связи с чем, по показателю кислотности (рН) не было возможности определить – по какой причине условно чистой зоне был присвоен 1 балл (см. глава 5).

**6.2 Сравнительная характеристика селитебной зоны рп Средняя Ахтуба  
и условно чистой зоны СНТ «Орошенец», «Шельф»  
по аэрозольному показателю удельной электропроводности  
в 2018-2020 гг.**

*Проверка гипотезы об однородности двух выборок, содержащих результаты измерений показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) аэрозольных суспензий на территориях условно чистой зоны (СНТ «Орошенец», «Шельф») и селитебной зоны рп Средняя Ахтуба Среднеахтубинского района Волгоградской области) по критерию Вилкоксона, 2018-2020 гг.*

**2018** год: Объединенный массив наблюдаемых значений показателя удельной электропроводности, с выполненной в порядке возрастания значений сортировкой представлен в таблице Щ.6 (Приложение Щ).

Присвоение рангов вариантам исследуемого объединенного ряда, содержащего результаты измерений показателя удельной электропроводности:

$$g_1 = g_2 = 37,5,$$

поэтому ранг 1-й и 2-й вариант будет рассчитан как среднее арифметическое порядковых номеров вариант (1 и 2) в общем вариационном ряде:  $(1 + 2) / 2 = 1,5$ .

$$g_1 = 37,5 \rightarrow 1,5$$

$$g_2 = 37,5 \rightarrow 1,5$$

Третья варианта ( $g_3 = 37,6$ ) не имеет связных значений в объединенном ряду, поэтому ее ранг равен ее порядковому номеру в объединенном массиве:

$$g_3 = 37,6 \rightarrow 3$$

$g_4 = g_5 = 37,7$ , поэтому ранг 4-й и 5-й вариант будет рассчитан как среднее арифметическое порядковых номеров вариант (4 и 5) в общем вариационном ряде:  $(4+5)/2=4,5$ .

$$g_4 = 37,7 \rightarrow 4,5$$

$$g_5 = 37,7 \rightarrow 4,5$$

Таким образом, для исследуемого объединенного ряда измерений показателей удельной электропроводности пары варианта – ранг имеют следующий вид:

$$g_1 = 37,5 \rightarrow 1,5$$

$$g_2 = 37,5 \rightarrow 1,5$$

$$g_3 = 37,6 \rightarrow 3$$

$$g_4 = 37,7 \rightarrow 4,5$$

$$g_5 = 37,7 \rightarrow 4,5$$

и т.д.

Для остальных вариантов объединенного ряда, содержащего результаты измерений показателя удельной электропроводности аэрозольных суспензий на двух территориях, ранжирование вариантов, разбиение множества полученных рангов (N) на два непересекающихся подмножества: S и Q и расчет статистики по T-критерию Вилкоксона ( $W_{\text{набл.}}$ ), осуществлен в таблице Ц.7 (Приложение Ц).

$$W_{\text{набл.}} = 5403$$

Далее, с использованием равенства: определено значение  $z_{\text{кр}}$ .

Уровень значимости:  $\alpha = 0,05$ .

$$\Phi(z_{\text{кр}}) = \frac{1 - \alpha}{2} = \frac{1 - 0,05}{2} = 0,475$$

По таблице функции Лапласа находится конкретное значение  $z_{\text{кр}}$ :

$$z_{\text{кр}} = 1,96$$

Значение нижней критической точки:

$$w_{\text{н.кр.}}(Q, n_1, n_2) = \frac{(n_1 + n_2 + 1) \cdot n_1 - 1}{2} - z_{\text{кр}} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2 \cdot (n_1 + n_2 + 1)}{12}}$$

$$w_{\text{н.кр.}}(0,025; 60; 60) = \frac{(60 + 60 + 1) \cdot 60 - 1}{2} - 1,96 \cdot \sqrt{\frac{60 \cdot 60 \cdot (60 + 60 + 1)}{12}} = 3256,1$$

Значение верхней критической точки:

$$w_{\text{в.кр.}} = (n_1 + n_2 + 1) \cdot n_1 - w_{\text{н.кр.}} = (60 + 60 + 1) \cdot 60 - 3256,1 = 4003,9$$

Наблюдаемое значение статистики (рассчитанное по эмпирическим данным) по T-критерию Вилкоксона:  $W_{\text{набл.}} = 5403$

Нулевая гипотеза отвергается и принимается конкурирующая гипотеза в том случае, если  $W_{\text{набл.}} < w_{\text{н.кр}}$  или  $W_{\text{набл.}} > w_{\text{в.кр}}$ . Сравнение значений:  $W_{\text{набл.}}, w_{\text{в.кр}}$  и  $w_{\text{н.кр}}$ .  $W_{\text{набл.}} = 5403 > w_{\text{в.кр.}} = 4003,9$ , поэтому нулевая гипотеза об однородности анализируемых выборок отвергается и принимается конкурирующая гипотеза:  $F(X) \neq G(Y)$  о неоднородности анализируемых выборок, содержащих данные измерений удельной электропроводности аэрозольных суспензий в 6-ти точках исследования селитебной зоны рп Средняя Ахтуба (при проведении расчетов эти данные образуют первую выборку) и результаты измерений показателя удельной электропроводности аэрозольных суспензий в 6-ти точках исследования условно чистой зоны СНТ «Орошенец» (при проведении расчетов данные условно чистой зоны образуют вторую выборку). С вероятностью 0,95 наблюдаемое отличие результатов измерений удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) аэрозольных суспензий в СНТ электропроводности аэрозольных суспензий на экспериментальной и в условно чистой зоне в 2018 году являлось статистически значимым (таблица 6.4).

Таблица 6.4 Статистически значимые различия полученных результатов измерений показателя «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона) и в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба, 2018 год

Территории исследования	Среднестатистические значения показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см), 2018 год
СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона)	38,11±0,03
Селитебная зона рп Средняя Ахтуба	57,94±1,97

**2019 год:** Объединенный массив наблюдаемых значений показателя удельной кислотности за 2019 год с выполненной в порядке возрастания значений сортировкой представлен в таблице Щ.8 (Приложение Щ).

Присвоение рангов вариантам исследуемого объединенного ряда измерений показателя удельной электропроводности:

$$g_1 = 38,1 \rightarrow 1$$

$g_2 = g_3 = 38,2$ , поэтому ранг 2-й и 3-й вариант будет рассчитан как среднее арифметическое порядковых номеров вариант (2 и 3) в общем вариационном ряде:  $(2 + 3) / 2 = 2,5$ .

$$g_2 = 38,2 \rightarrow 2,5$$

$$g_3 = 38,2 \rightarrow 2,5$$

4-ой варианте присваивается ранг=4

$$g_4 = 38,4 \rightarrow 4$$

и т.д.

Для остальных вариант объединенного ряда, содержащего результаты измерений показателя удельной электропроводности аэрозольных суспензий на двух территориях, ранжирование вариант, разбиение множества полученных рангов (N) на два непересекающихся подмножества подмножества: S и Q и расчет статистики по T-критерию Вилкоксона ( $W_{\text{набл.}}$ ), осуществлен в таблице Щ.9 (Приложение Щ).

$$W_{\text{набл.}} = 9190,5$$

Найдем  $z_{\text{кр}}$ , используя равенство:  $\Phi(z_{\text{кр}}) = \frac{1 - \alpha}{2}$

$$\Phi(z_{\text{кр}}) = \frac{1 - \alpha}{2} = \frac{1 - 0,05}{2} = 0,475$$

Значение  $z_{\text{кр}}$ , определяемое по таблице Лапласа:  $z_{\text{кр}} = 1,96$

Значение нижней критической точки:

$$w_{\text{н.кр.}}(Q; n_1; n_2) = \frac{(n_1 + n_2 + 1) \cdot n_1 - 1}{2} - z_{\text{кр}} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2 \cdot (n_1 + n_2 + 1)}{12}}$$

$$w_{\text{н.кр.}}(0,025; 70; 100) = \frac{(70 + 100 + 1) \cdot 70 - 1}{2} - 1,96 \cdot \sqrt{\frac{70 \cdot 100 \cdot (70 + 100 + 1)}{12}} = 5365,5$$

Значение верхней критической точки:

$$w_{\text{в.кр.}} = (n_1 + n_2 + 1) \cdot n_1 - w_{\text{н.кр.}} = (70 + 100 + 1) \cdot 70 - 5365,5 = 6604,5$$

Если  $W_{\text{набл.}} < w_{\text{н.кр}}$  или  $W_{\text{набл.}} > w_{\text{в.кр}}$ , тогда нулевая гипотеза отвергается и принимается конкурирующая гипотеза [449].

Т.к.  $W_{\text{набл.}} = 9190,5 > w_{\text{в.кр.}} = 6604,5$  поэтому нулевая гипотеза об однородности анализируемых выборок отвергается и принимается конкурирующая гипотеза [449].

С вероятностью 0,95 можно утверждать, что различие результатов измерений удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) аэрозольных суспензий между экспериментальной и условно чистой зоны являлось статистически значимым в 2019 году (таблица 6.5).

Таблица 6.5 Статистически значимые различия полученных результатов измерений показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) аэрозольных суспензий в СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона) и в рп Средняя Ахтуба, 2019 год

Территории исследования	Среднестатистические значения показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см), 2019 год
СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона)	40,14±0,09
Жилая зона рп Средняя Ахтуба	100,36±0,93

**2020 год:** Объединенный массив наблюдаемых значений показателя удельной электропроводности, с выполненной в порядке возрастания значений сортировкой представлен в таблице Щ.10 (Приложение Щ).

Присвоение рангов вариантам исследуемого объединенного ряда измерений показателя удельной электропроводности:

$$g_1 = 39,1 \rightarrow 1$$

$$g_2 = 40,1 \rightarrow 2$$

$g_3 = g_4 = 40,3$ , поэтому ранг 3-й и 4-й вариант будет рассчитан как среднее арифметическое порядковых номеров вариант (3 и 4) в общем вариационном ряде:  $(3 + 4) / 2 = 3,5$ .

$$g_3 = 40,3 \rightarrow 3,5$$

$$g_4 = 40,3 \rightarrow 3,5$$

Для остальных вариант объединенного ряда, содержащего результаты измерений показателя удельной электропроводности аэрозольных суспензий на двух территориях, ранжирование вариант, разбиение множества полученных рангов (N) на два непересекающихся подмножества подмножества: S и Q и расчет статистики по T-критерию Вилкоксона ( $W_{\text{набл.}}$ ), осуществлен в таблице Щ.11 (Приложение Щ).

$$W_{\text{набл.}} = 14922$$

Далее, с использованием равенства: определено значение  $z_{\text{кр}}$ .

Уровень значимости:  $\alpha = 0,05$ .

$$\Phi(z_{\text{кр}}) = \frac{1 - \alpha}{2} = \frac{1 - 0,05}{2} = 0,475$$

По таблице функции Лапласа находится конкретное значение  $z_{\text{кр}}$ :

$$z_{\text{кр}} = 1,96$$

Значение нижней критической точки:

$$w_{\text{н.кр.}}(Q, n_1, n_2) = \frac{(n_1 + n_2 + 1) \cdot n_1 - 1}{2} - z_{\text{кр}} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2 \cdot (n_1 + n_2 + 1)}{12}}$$

$$w_{\text{н.кр.}}(0,025, 100, 100) = \frac{(100 + 100 + 1) \cdot 100 - 1}{2} - 1,96 \cdot \sqrt{\frac{100 \cdot 100 \cdot (100 + 100 + 1)}{12}} = 9247,3$$

Значение верхней критической точки:

$$w_{\text{в.кр.}} = (n_1 + n_2 + 1) \cdot n_1 - w_{\text{н.кр.}} = (100 + 100 + 1) \cdot 100 - 9247,3 = 10582,7$$

Наблюдаемое значение статистики (рассчитанное по эмпирическим данным) по T-критерию Вилкоксона:  $W_{\text{набл.}} = 14922$

Если  $W_{\text{набл.}} < w_{\text{н.кр.}}$  или  $W_{\text{набл.}} > w_{\text{в.кр.}}$ , тогда нулевая гипотеза отвергается и принимается конкурирующая гипотеза [449].

$W_{\text{набл.}} = 14922 > w_{\text{в.кр.}} = 10582,7$ , поэтому нулевая гипотеза об однородности анализируемых выборок отвергается и принимается конкурирующая гипотеза:  $F(X) \neq G(Y)$  о неоднородности анализируемых выборок [449], содержащих данные измерений удельной электропроводности аэрозольных суспензий в десяти точках

исследования селитебной зоны рп Средняя Ахтуба [449] (при проведении расчетов эти данные образуют первую выборку) и результаты измерений показателя удельной электропроводности аэрозольных суспензий в десяти точках исследования условно чистой зоны СНТ «Орошенец», СНТ «Шельф» - (при проведении расчетов данные условно чистой зоны образуют вторую выборку).

В результате проведенных исследований прослеживается статистическая значимость различий по показателю удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) аэрозольных суспензий между селитебной зоной рп Средняя Ахтуба и СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона) в течение 2018, 2019, 2020 гг. (таблица 6.6).

Таблица 6.6 Статистически значимые различия полученных результатов измерений показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) аэрозольных суспензий между СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона) и селитебной зоны рп Средняя Ахтуба, 2018, 2019, 2020 гг.

Территории исследования	Среднестатистические значения показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) по годам		
	2018	2019	2020
СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона)	38,11 $\pm$ 0,03	40,14 $\pm$ 0,09	42,68 $\pm$ 0,13
Селитебная зона рп Средняя Ахтуба	57,94 $\pm$ 1,97	100,36 $\pm$ 0,93	106,34 $\pm$ 0,3

На рисунке 29 приведены диаграммы средних значений показателя удельной электропроводности в условно чистой и селитебной зонах в течение 2018-2020 гг.

Как показывают гистограммы, в условно чистой зоне за весенне-летний период 2018-2020 гг. показатель удельной электропроводности был  $>0$  мкСм/см, а именно: 38,11-42,68 (мкСм/см). В связи с чем, по показателю удельной электропроводности в СНТ «Орошенец», «Шельф» за указанные периоды диагностировалось устойчивое аэрозольное загрязнение, как и в селитебной зоне, но меньшее, а именно: в 2018 году - в 1,52 раза; в 2019 году – в 2,5 раза; в 2020 году – в 2,5 раза по сравнению с селитебной зоной рп Средняя Ахтуба. Данные

факты свидетельствуют о наличии минерализованных аэрозольных частиц в атмосферном воздухе условно чистой зоне и действии системного фактора, проявляющегося в устойчивом аэрозольном загрязнении территории, поэтому показатель удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) может являться индикатором на аэрозольное загрязнение территорий условно-чистых зон и объясняет причину присвоения 1 балла СНТ «Орошенец», «Шельф» в 2018-2020 гг. при осуществлении интегральной оценки экологического состояния территории (см. глава 5), поскольку в норме должно быть ЕС=0 мкСм/см.

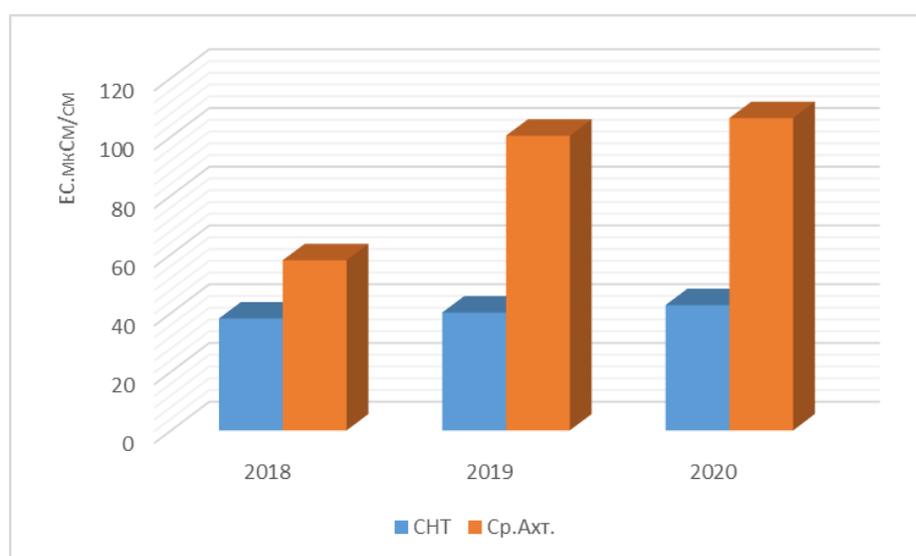


Рисунок 29 – Сравнительная характеристика средних значений показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) в условно чистой зоне и селитебной зоне рп Средняя Ахтуба

### **6.3 Установление закономерностей между аэрозольными показателями кислотности и удельной электропроводности селитебной зоны рп Средняя Ахтуба и условно чистой зоны СНТ «Орошенец», «Шельф» в 2018-2020 гг.**

Измеренные значения показателей (рН; ЕС, мкСм/см) суспензий из аэрозольных частиц в период 2018-2020 гг., продемонстрировали некоторую изменчивость. Так при росте показателя удельной электропроводности

наблюдалось заметное снижение показателя кислотности. Данная закономерность устойчиво регистрировалась на протяжении нескольких лет в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба, а именно: 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.), что указывало на загрязнение окружающей среды. Подобная закономерность не была обнаружена в условно чистой зоне.

В этой связи была оценена статистическая значимость указанных изменений на исследуемых территориях.

### **6.3.1 Оценка изменчивости показателей кислотности и удельной электропроводности в период 2018-2020 гг. в условно чистой зоне СНТ «Орошенец», «Шельф»**

Осуществляемое исследование нацелено на установление достоверности различий в значениях показателей удельной электропроводности и кислотности аэрозольных суспензий, измеренных в 2018 - 2020 гг. на территории условно чистой зоны (СНТ «Орошенец», «Шельф»).

Необходимые для реализации поставленной цели, расчеты были проведены с использованием аппарата математической статистики. Данные измерений исследуемых показателей: удельной электропроводности и кислотности аэрозольных суспензий (ЕС, мкСм/см; рН) из условно чистой зоны за 2018-2020 гг. представлены в главе 5.

Верификация достоверности различий осуществлялась при использовании критерия Краскела – Уоллиса.

Первыми рассматривались 3 выборки значений показателя кислотности аэрозольных суспензий, полученных в 2018, 2019 и 2020 годах на территории условно чистой зоны. Описательные статистики этих выборок представлены в главе 5.

Гипотеза об однородности выборок признана незначимой:  $N=18,981$ ;  $Df=2$ ;  $P\text{-value}= 7.557e^{-05}$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ , что свидетельствует об статистически значимых изменениях показателя кислотности аэрозольных суспензий в течение трех лет.

Далее были рассмотрены 3 выборки измеренных значений показателя удельной электропроводности аэрозольных суспензий, полученных в 2018, 2019 и 2020 годах на территории условно чистой зоны. Описательные статистики этих выборок представлены в главе 5.

Гипотеза об однородности выборок признана незначимой:  $N=206,95$ ;  $Df=2$ ;  $P\text{-value}= <2.2e$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ , что свидетельствует об статистически значимых изменениях показателя кислотности аэрозольных суспензий в течение трех лет.

Гипотеза об однородности выборок признается незначимой (при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ ) [494], что говорит об статистически значимых изменениях показателя удельной электропроводности аэрозольных суспензий в течение трех лет.

Для проверки предположения о наличии зависимости между показателями кислотности и удельной электропроводности использовался коэффициент корреляции:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Теснота связи между удельной электропроводностью и кислотностью не была выявлена в условно чистой зоне ( $R = 0,0244$ ;  $P\text{-value} = 0,668$ ). В условно чистой зоне значение коэффициента корреляции мало, следовательно, линейной зависимости между параметрами не наблюдалось.

На рисунке 30 представлен график возможной взаимосвязи электропроводности и кислотности, который исключает какие-либо виды зависимости между показателями.

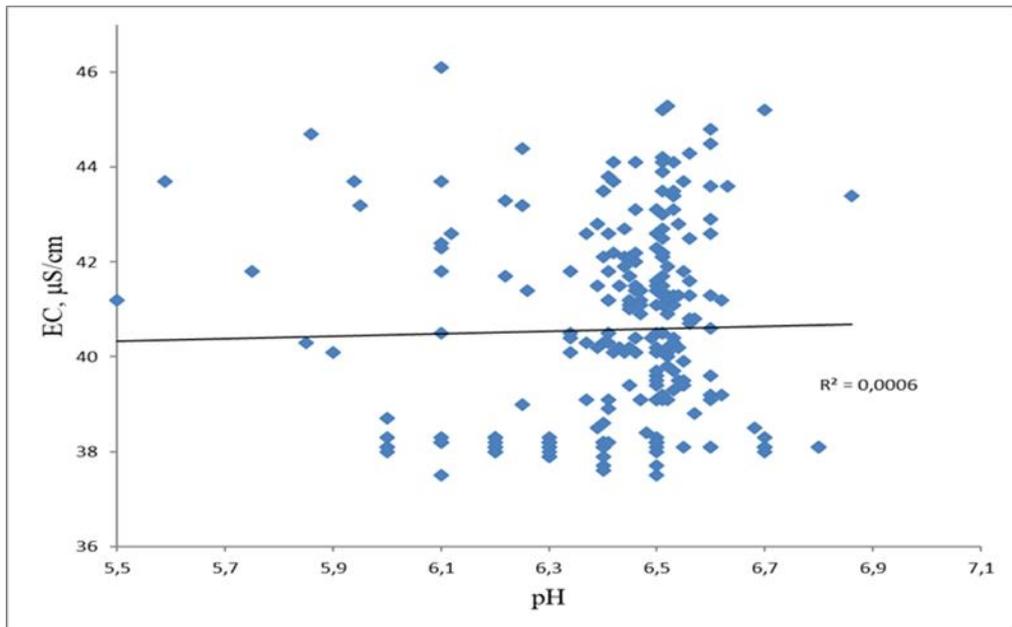


Рисунок 30 – Диаграмма рассеивания значений показателя удельной электропроводности от кислотности аэрозольных суспензий в условно чистой зоне, 2018, 2019, 2020 гг. [492]

### 6.3.2. Оценка изменчивости показателей кислотности и удельной электропроводности за период 2018–2020 гг. в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба

Осуществляемое исследование было также нацелено на установление достоверности различий в значениях показателей удельной электропроводности и кислотности аэрозольных суспензий, измеренных в 2018, 2019, 2020 гг. в селитебной зоне (рп Средняя Ахтуба).

Необходимые для реализации поставленной цели расчеты проведены с использованием аппарата математической статистики. Данные измерений представлены в главе 4. Верификация достоверности различий реализована посредством использования критерия Краскела – Уоллиса.

Первыми рассмотрим 3 выборки значений показателя кислотности аэрозольных суспензий, полученных в 2018, 2019 и 2020 годах в селитебной зоне (рп Средняя Ахтуба). Описательные статистики этих выборок представлены в главе 4.

Гипотеза об однородности выборок признана незначимой:  $N=38,882$ ;  $Df=2$ ;  $P\text{-value}=3.605e^{-05}$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ , что свидетельствует об статистически значимых изменениях показателя кислотности аэрозольных суспензий в течение трех лет.

Далее были рассмотрены 3 выборки значений показателя удельной электропроводности аэрозольных суспензий, полученных в 2018, 2019 и 2020 годах из селитебной зоны (рп Средняя Ахтуба). Описательные статистики этих выборок представлены в главе 4.

Гипотеза об однородности выборок признана незначимой:  $N=134,37$ ;  $Df=2$ ;  $P\text{-value}= <2.2e^{-16}$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ , что свидетельствует об статистически значимых изменениях показателя кислотности аэрозольных суспензий в течение трех лет.

Гипотеза об однородности выборок признана незначимой (при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ ), что говорит об статистически значимых изменениях показателя удельной электропроводности аэрозольных суспензий в течение трех лет.

В процессе исследований было выдвинуто предположение о наличии зависимости между показателями кислотности и удельной электропроводности в селитебной зоне (Средняя Ахтуба). Для проверки этого предположения использовался также коэффициент корреляции ( $r$ ).

Входными данными были средние значения показателей кислотности и удельной электропроводности, полученные в 2018-2020 годах на территории селитебной зоны (рп Средняя Ахтуба) (глава 4). Максимальная теснота связи между удельной электропроводностью и кислотностью была выявлена в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба ( $Slope = 31,289$ ;  $R = 0.802$ ;  $P\text{-value} = 0.0216$ ).

Исходя из расчетов, значение коэффициента корреляции очень велико, что говорит о почти функциональной линейной зависимости между параметрами, измеренными в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба и отражено на рисунке 31.

Исследование, которое было проведено по показателям удельной электропроводности и кислотности в селитебной зоне указало на ее

экологический статус как загрязненной территории в 2018-2022 гг., поскольку наряду с этим, была также выявлена закономерность между указанными показателями, когда рост удельной электропроводности сопровождался одновременным снижением значений кислотности.

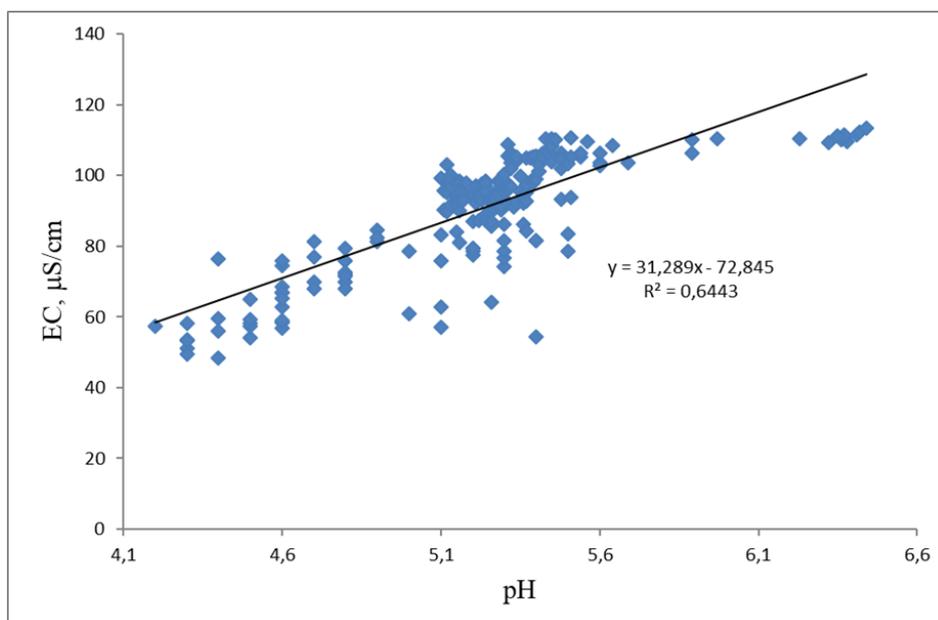


Рисунок 31 – Диаграмма рассеивания значений показателя удельной электропроводности от кислотности аэрозольных суспензий в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба (2018, 2019, 2020 гг.), [492]

#### 6.4 Сравнительная характеристика селитебной зоны рп Средняя Ахтуба и СНТ «Орошенец», «Шельф» по показателю развития тест-объектов за 2018-2020 гг.

**2018 год:** Объединенный массив наблюдаемых значений показателя развития тест-объектов ( $L_r$ , см) сортировался в порядке возрастания значений по такому же принципу, как и объединенный массив значений показателей кислотности, удельной электропроводности (см. главы 6.1 и 6.2).

После получения единого массива осуществлялось ранжирование вариант объединенного ряда.

Расчет рангов для исследуемого объединенного ряда измерений длины корней проросших семян салата-латука на субстрате аэрозольных суспензий осуществляется в следующем порядке (2018 год):

$$g_1 = g_2 = g_3 = \dots = g_{165} = g_{166} = 0,$$

поэтому ранг вариант с 1-й по 166-й будет рассчитан как среднее арифметическое порядковых номеров вариант (1, 2, 3, ..., 165, 166) в общем вариационном ряде:

$$(1+2+3+4+5+6+ \dots +164+165+166) / 166 = 83,5$$

$$g_1 = 0 \rightarrow 83,5$$

$$g_2 = 0 \rightarrow 83,5$$

$$g_3 = 0 \rightarrow 83,5$$

$$g_4 = 0 \rightarrow 83,5$$

$$g_5 = 0 \rightarrow 83,5$$

$$g_6 = 0 \rightarrow 83,5$$

...

$$g_{164} = 0 \rightarrow 83,5$$

$$g_{165} = 0 \rightarrow 83,5$$

$$g_{166} = 0 \rightarrow 83,5$$

$$g_{167} = g_{168} = g_{169} = \dots = g_{185} = g_{186} = 0,3,$$

поэтому ранг вариант со 167-й по 186-й будет рассчитан как среднее арифметическое порядковых номеров вариант (167, 168, 169, ..., 185, 186) в общем вариационном ряде:

$$(167+168+169+170+ \dots +184+185+186) / 20 = 176,5$$

$$g_{167} = 0,3 \rightarrow 176,5$$

$$g_{168} = 0,3 \rightarrow 176,5$$

$$g_{169} = 0,3 \rightarrow 176,5$$

...

$$g_{184} = 0,3 \rightarrow 176,5$$

$$g_{185} = 0,3 \rightarrow 176,5$$

$$g_{186} = 0,3 \rightarrow 176,5$$

Для остальных вариантов объединенного ряда, содержащего результаты измерений показателя развития тест-объектов ( $Lr$ , см) на двух территориях (экспериментальной и условно чистой), ранжирование вариантов, разбиение множества полученных рангов ( $N$ ) на два непересекающихся подмножества:  $S$  и  $Q$  и расчет статистики Вилкоксона ( $W_{\text{набл}}$ ) осуществлялся аналогичным образом, как и со значениями данных показателей кислотности и удельной электропроводности (см. главы 6.1 и 6.2).

$$W_{\text{набл.}}=715329,5$$

Далее, с использованием равенства:  $\Phi(z_{\text{кр}}) = \frac{1-\alpha}{2}$  определено значение  $z_{\text{кр}}$ .

Уровень значимости:  $\alpha=0,05$ .

$$\Phi(z_{\text{кр}}) = \frac{1-\alpha}{2} = \frac{1-0,05}{2} = 0,475$$

По таблице функции Лапласа находится конкретное значение  $z_{\text{кр}}$ :

$$z_{\text{кр}}=1,96$$

Значение нижней критической точки:

$$w_{\text{н.кр.}}(Q, n_1, n_2) = \frac{(n_1 + n_2 + 1) \cdot n_1 - 1}{2} - z_{\text{кр}} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2 \cdot (n_1 + n_2 + 1)}{12}}$$

$$w_{\text{н.кр.}}(0,025; 900; 900) = \frac{(900 + 900 + 1) \cdot 900 - 1}{2} - 1,96 \cdot \sqrt{\frac{900 \cdot 900 \cdot (900 + 900 + 1)}{12}} =$$

$$= 788839,0$$

Значение верхней критической точки:

$$w_{\text{в.кр.}} = (n_1 + n_2 + 1) \cdot n_1 - w_{\text{н.кр.}} = (900 + 900 + 1) \cdot 900 - 788839,0 = 832061,0$$

Наблюдаемое значение статистики (рассчитанное по эмпирическим данным) Вилкоксона:  $W_{\text{набл.}}=715329,5$

Если  $w_{\text{н.кр.}} < W_{\text{набл.}} < w_{\text{в.кр.}}$ , то нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу.

Если  $W_{\text{набл.}} < w_{\text{н.кр.}}$  или  $W_{\text{набл.}} > w_{\text{в.кр.}}$ , тогда нулевая гипотеза отвергается и принимается конкурирующая гипотеза.

Осуществим сравнение значений:  $W_{\text{набл.}}$ ,  $w_{\text{в.кр.}}$  и  $w_{\text{н.кр.}}$

$$W_{\text{набл.}}=715329,5 < w_{\text{н.кр.}}=788839,0$$

Поэтому нулевая гипотеза об однородности анализируемых выборок отвергается и принимается конкурирующая гипотеза:  $F(X) \neq G(Y)$  о неоднородности анализируемых выборок, содержащих данные измерений длины корней проросших семян салата-латука на субстрате аэрозольных суспензий (смыв аэрозолей с листьев абрикосовых деревьев, произрастающих в условно чистой зоне («Орошенец», Шельф» Советского района Волгограда) и смыв аэрозолей с листьев абрикосовых деревьев, произрастающих в селитебной зоне (рп Средняя Ахтуба Среднеахтубинского района Волгоградской области).

**2019 год:** Объединенный массив наблюдаемых значений показателя развития тест-объектов ( $L_r$ , см) сортировался в порядке возрастания значений по такому же принципу, как и объединенный массив значений показателей кислотности, удельной электропроводности (см. главы 6.1 и 6.2).

После получения единого массива осуществлялось ранжирование вариант объединенного ряда.

Расчет рангов для исследуемого объединенного ряда измерений длины корней проросших семян салата-латука на субстрате аэрозольных суспензий осуществляется в следующем порядке:

$$g_1 = g_2 = g_3 = \dots = g_{110} = g_{111} = 0$$

поэтому ранг вариант с 1-й по 111-й будет рассчитан как среднее арифметическое порядковых номеров вариант (1, 2, 3, ..., 110, 111) в общем вариационном ряде:

$$(1+2+3+4+5+6+\dots +109+110+111) / 111 = 56$$

$$g_1 = 0 \rightarrow 56$$

$$g_2 = 0 \rightarrow 56$$

$$g_3 = 0 \rightarrow 56$$

$$g_4 = 0 \rightarrow 56$$

$$g_5 = 0 \rightarrow 56$$

$$g_6 = 0 \rightarrow 56$$

...

$$g_{109} = 0 \rightarrow 56$$

$$g_{110} = 0 \rightarrow 56$$

$$g_{111}=0 \rightarrow 56$$

$$g_{112}=0,4$$

$$g_{112}=0,4 \rightarrow 112$$

$$g_{113}=0,5$$

$$g_{113}=0,5 \rightarrow 113$$

$$g_{114}=0,9$$

$$g_{114}=0,9 \rightarrow 114$$

Для остальных вариант объединенного ряда, содержащего результаты измерений показателя развития тест-объектов (Lr, см), культивируемых длины корней проросших семян салата-латука на субстрате аэрозольных суспензий на двух территориях, ранжирование вариант, разбиение множества полученных рангов (N) на два непересекающихся подмножества подмножества: S и Q и расчет статистики Вилкоксона ( $W_{\text{набл.}}$ ) осуществлялся аналогичным образом, как и с данными значений показателей кислотности и удельной электропроводности (см. главы 6.1 и 6.2).

$$W_{\text{набл.}} = 1\,328\,949,0$$

Далее, с использованием равенства:  $\Phi(z_{\text{кр}}) = \frac{1-\alpha}{2}$  определено значение  $z_{\text{кр}}$ .

Уровень значимости:  $\alpha=0,05$ .

$$\Phi(z_{\text{кр}}) = \frac{1-\alpha}{2} = \frac{1-0,05}{2} = 0,475$$

По таблице функции Лапласа находится конкретное значение  $z_{\text{кр}}$ :

$$z_{\text{кр}} = 1,96$$

Значение нижней критической точки:

$$w_{\text{н.кр.}}(Q, n_1, n_2) = \frac{(n_1 + n_2 + 1) \cdot n_1 - 1}{2} - z_{\text{кр}} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2 \cdot (n_1 + n_2 + 1)}{12}}$$

$$\begin{aligned} w_{\text{н.кр.}}(0,025; 1500; 1500) &= \frac{(1500 + 1500 + 1) \cdot 1500 - 1}{2} - 1,96 \cdot \sqrt{\frac{1500 \cdot 1500 \cdot (1500 + 1500 + 1)}{12}} = \\ &= 2204256,27 \end{aligned}$$

Значение верхней критической точки:

$$w_{в.кр.} = (n_1 + n_2 + 1) \cdot n_1 - w_{н.кр.} = (1500 + 1500 + 1) \cdot 1500 - 2204256,27 = 2297243,73$$

Наблюдаемое значение статистики (рассчитанное по эмпирическим данным) Вилкоксона:  $W_{набл.} = 1\,328\,949,0$

Если  $w_{н.кр.} < W_{набл.} < w_{в.кр.}$ , то нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу.

Если  $W_{набл.} < w_{н.кр.}$  или  $W_{набл.} > w_{в.кр.}$ , тогда нулевая гипотеза отвергается и принимается конкурирующая гипотеза.

Осуществим сравнение значений:  $W_{набл.}$ ,  $w_{в.кр.}$  и  $w_{н.кр.}$

$$W_{набл.} = 1\,328\,949,0 < w_{н.кр.} = 2\,204\,256,27$$

Поэтому нулевая гипотеза об однородности анализируемых выборок отвергается и принимается конкурирующая гипотеза:  $F(X) \neq G(Y)$  о неоднородности анализируемых выборок [449], содержащих данные измерений длины корней проросших семян салата-латука на субстрате аэрозольных суспензий (смыв аэрозолей с листьев абрикосовых деревьев, произрастающих в условно чистой зоне («Орошенец», Шельф» Советского района Волгограда) и смыв аэрозолей с листьев абрикосовых деревьев, произрастающих в селитебной зоне (рп Средняя Ахтуба Среднеахтубинского района Волгоградской области).

**2020 год:** Объединенный массив наблюдаемых значений длины корней ( $L_r$ , см) проросших семян салата-латука на субстрате аэрозольных суспензий сортировался в порядке возрастания значений по такому же принципу, как и объединенный массив значений показателей кислотности, удельной электропроводности (см. главы 6.1 и 6.2).

После получения единого массива осуществлялось ранжирование вариант объединенного ряда [449].

Расчет рангов для исследуемого объединенного ряда измерений длины корней проросших семян салата-латука на субстрате аэрозольных суспензий осуществляется в следующем порядке:

$$g_1 = g_2 = g_3 = \dots = g_{57} = g_{58} = 0$$

поэтому ранг вариант с 1-ой по 58 будет рассчитан как среднее арифметическое порядковых номеров вариант (1, 2, 3, ..., 57, 58) в общем вариационном ряде:

$$(1+2+3+4+5+6+\dots+56+57+58)/58=29,5$$

$$g_1=0 \rightarrow 29,5$$

$$g_2=0 \rightarrow 29,5$$

$$g_3=0 \rightarrow 29,5$$

$$g_4=0 \rightarrow 29,5$$

$$g_5=0 \rightarrow 29,5$$

$$g_6=0 \rightarrow 29,5$$

...

$$g_{56}=0 \rightarrow 29,5$$

$$g_{57}=0 \rightarrow 29,5$$

$$g_{58}=0 \rightarrow 29,5$$

$$g_{59}=g_{60}=2,3$$

поэтому ранг вариант с 59-й по 60-ю будет рассчитан как среднее арифметическое порядковых номеров вариант (59 и 60) в общем вариационном ряде:

$$(59+60)/2=59,5$$

$$g_{59}=2,3 \rightarrow 59,5$$

$$g_{60}=2,3 \rightarrow 59,5$$

$$g_{61}=g_{62}=g_{63}=2,4$$

поэтому ранг вариант с 61-й по 63-ю будет рассчитан как среднее арифметическое порядковых номеров вариант (61, 62 и 63) в общем вариационном ряде:

$$(61+62+63)/3=62$$

$$g_{61}=2,4 \rightarrow 62$$

$$g_{62}=2,4 \rightarrow 62$$

$$g_{63}=2,4 \rightarrow 62$$

Для остальных вариант объединенного ряда, содержащего результаты измерений длины корней проросших семян салата-латука на субстрате аэрозольных суспензий на двух территориях, ранжирование вариант, разбиение множества полученных рангов (N) на два непересекающихся подмножества: S и Q и расчет статистики Вилкоксона ( $W_{набл}$ ) осуществлялось аналогичным образом,

как и с данными показателей кислотности и удельной электропроводности (см. главы 6.1 и 6.2).

$$W_{\text{набл.}} = 1\,727\,851,5$$

Далее, с использованием равенства:  $\Phi(z_{\text{кр}}) = \frac{1-\alpha}{2}$  определено значение  $z_{\text{кр}}$ .

Уровень значимости:  $\alpha=0,05$ .

$$\Phi(z_{\text{кр}}) = \frac{1-\alpha}{2} = \frac{1-0,05}{2} = 0,475$$

По таблице функции Лапласа находится конкретное значение  $z_{\text{кр}}$ :

$$z_{\text{кр}} = 1,96$$

Значение нижней критической точки:

$$w_{\text{н.кр.}}(Q, n_1, n_2) = \frac{(n_1 + n_2 + 1) \cdot n_1 - 1}{2} - z_{\text{кр}} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2 \cdot (n_1 + n_2 + 1)}{12}}$$

$$w_{\text{н.кр.}}(0,025; 1500; 1500) = \frac{(1500 + 1500 + 1) \cdot 1500 - 1}{2} - 1,96 \cdot \sqrt{\frac{1500 \cdot 1500 \cdot (1500 + 1500 + 1)}{12}} = 2204256,27$$

Значение верхней критической точки:

$$w_{\text{в.кр.}} = (n_1 + n_2 + 1) \cdot n_1 - w_{\text{н.кр.}} = (1500 + 1500 + 1) \cdot 1500 - 2204256,27 = 2297243,7$$

Наблюдаемое значение статистики (рассчитанное по эмпирическим данным) Вилкоксона:  $W_{\text{набл.}} = 1\,727\,851,5$

Если  $w_{\text{н.кр.}} < W_{\text{набл.}} < w_{\text{в.кр.}}$ , то нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу.

Если  $W_{\text{набл.}} < w_{\text{н.кр.}}$  или  $W_{\text{набл.}} > w_{\text{в.кр.}}$ , тогда нулевая гипотеза отвергается и принимается конкурирующая гипотеза [449].

Осуществим сравнение значений:  $W_{\text{набл.}}$ ,  $w_{\text{в.кр.}}$  и  $w_{\text{н.кр.}}$

$$W_{\text{набл.}} = 1\,727\,851,5 < w_{\text{н.кр.}} = 2\,204\,256,27$$

Поэтому нулевая гипотеза об однородности анализируемых выборок отвергается и принимается конкурирующая гипотеза:  $F(X) \neq G(Y)$  о неоднородности анализируемых выборок [449], содержащих данные измерений показателя развития тест-объектов из условно чистой («Орошенец», Шельф»

Советского района Волгограда) и селитебной (рп Средняя Ахтуба Среднеахтубинского района Волгоградской области) [449] зон.

В этой связи сравнительная характеристика статистически значимых различий значений исследуемого показателя позволила выявить следующее: развитие тест-объектов в аэрозольных суспензиях из условно чистой зоны было значительно лучше по сравнению с селитебной зоной, что свидетельствовало об отсутствии токсикантов в СНТ «Орошенец», «Шельф» в атмосферном воздухе за указанный период и по данному показателю ( $L_r$ , см) невозможно спрогнозировать, что означает присвоение территории условно чистой зоны «1 балла», поскольку показатель развития тест-объектов в условно чистой зоне был выше нормативных значений:  $L_r > 4,36$  (см) (см. глава 3).

В результате проведенных исследований прослеживается статистическая значимость различий по показателю развития тест-объектов ( $L_r$ , см) в аэрозольных суспензиях между селитебной зоной рп Средняя Ахтуба (Среднеахтубинский район) и СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона) в течение 2018, 2019, 2020 гг. (таблица 6.7).

На рисунке 32 приведены диаграммы средних значений показателя развития тест-объекта ( $L_r$ , см) в условно чистой и селитебной зонах в течение 2018-2020 гг.

Таблица 6.7 Статистически значимые различия полученных результатов измерений показателя развития тест-объектов ( $L_r$ , см) аэрозольных суспензий между СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона) и селитебной зоной рп Средняя Ахтуба, 2018, 2019, 2020 гг.

Территории исследования	Среднестатистические значения показателя развития тест-объектов ( $L_r$ , см) по годам		
	2018	2019	2020
СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона)	4,52±0,065	5,79±0,02	5,343±0,019
Селитебная зона рп Средняя Ахтуба	3,83±0,072	4,34±0,041	4,8±0,027

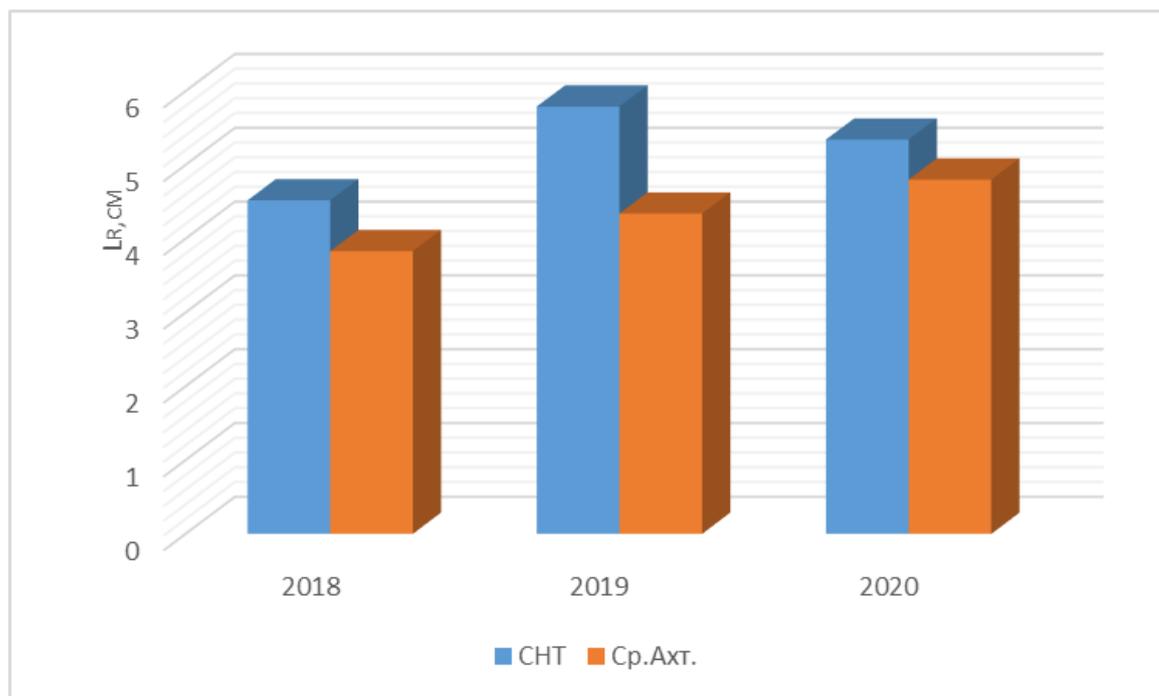


Рисунок 32 – Сравнительная характеристика средних значений показателя развития тест-объектов ( $L_r$ , см) в условно чистой и селитебной зонах, 2018-2020 гг.

### 6.5 Сравнительная характеристика селитебной зоны рп Средняя Ахтуба и СНТ «Орошенец», «Шельф» по аэрозольному показателю количества мелкодисперсных частиц за 2018-2020 гг.

**2018 год:** Объединенный массив наблюдаемых значений показателя количества аэрозольных частиц  $PM_{10}$  ( $N_{PM_{10}}, \%$ ), с выполненной в порядке возрастания значений сортировкой был представлен в таблице С.1 (Приложение С), рассмотрен в Главе 2.4. В той же главе представлено ранжирование вариант объединенного ряда, содержащего результаты измерений показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM_{10}}, \%$ ) в условно чистой зоне (СНТ «Орошенец», «Шельф») и селитебной территории (рп Средняя Ахтуба) и расчет статистики по Т-критерию [449] Вилкоксона С.2 (Приложение С).

**2019 год:** Объединенный массив наблюдаемых значений показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM_{10}}, \%$ ) с выполненной в порядке возрастания значений сортировкой представлен в таблице Щ.12 (Приложение Щ).

После получения единого массива осуществляется ранжирование вариант объединенного ряда [449].

Присвоение рангов вариантам исследуемого объединенного ряда данных измерений показателя количества частиц имеют следующий вид:

$$g_1 = 22,22 \rightarrow 1$$

$$g_2 = 33,96 \rightarrow 2$$

$$g_3 = 38,88 \rightarrow 3$$

$$g_4 = 40,63 \rightarrow 4$$

$$g_5 = 40,91 \rightarrow 5$$

$$g_6 = 41,67 \rightarrow 6$$

$$g_7 = 42,31 \rightarrow 7$$

$$g_8 = 42,98 \rightarrow 8$$

$$g_9 = 43,8 \rightarrow 9$$

$$g_{10} = 44,14 \rightarrow 10$$

и т.д.

Для остальных вариант объединенного ряда, содержащего результаты измерений показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$ , %) [449] на двух территориях, ранжирование вариант, разбиение множества полученных рангов ( $N$ ) на два непересекающихся подмножества:  $S$  и  $Q$  и расчет статистики по  $T$ -критерию Вилкоксона ( $W_{набл}$ ) осуществлен в таблице Щ.13 (Приложение Щ).

$$W_{набл.} = 13898,5$$

Далее, с использованием равенства: определено значение  $z_{кр}$ .

Уровень значимости:  $\alpha = 0,05$ .

$$\Phi(z_{кр}) = \frac{1 - \alpha}{2} = \frac{1 - 0,05}{2} = 0,475$$

По таблице функции Лапласа находится конкретное значение  $z_{кр}$ :

$$z_{кр} = 1,96$$

Значение нижней критической точки:

$$w_{н.кр.}(Q, n_1, n_2) = \frac{(n_1 + n_2 + 1) \cdot n_1 - 1}{2} - z_{кр} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2 \cdot (n_1 + n_2 + 1)}{12}}$$

$$w_{н.кр.}(0,025, 100, 100) = \frac{(100 + 100 + 1) \cdot 100 - 1}{2} - 1,96 \cdot \sqrt{\frac{100 \cdot 100 \cdot (100 + 100 + 1)}{12}} = 9247,3$$

Значение верхней критической точки:

$$w_{в.кр.} = (n_1 + n_2 + 1) \cdot n_1 - w_{н.кр.} = (100 + 100 + 1) \cdot 100 - 9247,3 = 10852,7$$

Наблюдаемое значение статистики (рассчитанное по эмпирическим данным) Вилкоксона:  $W_{набл.} = 13898,5$

Если  $w_{н.кр.} < W_{набл.} < w_{в.кр.}$ , то нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу.

Нулевая гипотеза отвергается и принимается конкурирующая гипотеза в том случае, если  $W_{набл.} < w_{н.кр.}$  или  $W_{набл.} > w_{в.кр.}$ .

Осуществим сравнение значений:  $W_{набл.}$ ,  $w_{в.кр.}$  и  $w_{н.кр.}$

Сравнение значений:  $W_{набл.}$ ,  $w_{в.кр.}$  и  $w_{н.кр.}$  :

$$W_{набл.} = 13898,5 > w_{в.кр.} = 10852,7$$

поэтому нулевая гипотеза об однородности анализируемых выборок отвергается и принимается конкурирующая гипотеза:  $F(X) \neq G(Y)$  о неоднородности анализируемых [449] выборок, содержащих данные измерений показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$ , %) экспериментальной зоны рп Средняя Ахтуба (при проведении расчетов эти данные образуют первую выборку) и результаты измерений показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$ , %) [449] условно чистой зоны СНТ «Орошенец» (при проведении расчетов данные условно чистой зоны образуют вторую выборку).

**2020 год:** Объединенный массив наблюдаемых значений показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$ , %), с выполненной в порядке возрастания значений сортировкой представлен в таблице 6.8.

Таблица 6.8 Объединенный массив наблюдаемых значений показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$ , %), отсортированный по возрастанию, 2020 год

Варианты объединенного ряда, отсортированного в порядке возрастания											
27,27	30	30,76	33,33	33,33	35	37,03	39,47	40,42	41,17	42,3	45,45
48,27	48,48	50	51,61	56,66	57,37	58,33	59,52	60,97	60,97	61,44	62,16
62,66	63,94	64,91	65,57	65,71	66,12	66,47	66,66	67,25	67,32	68,23	68,75
69,24	69,26	69,27	69,86	70	70,27	70,66	70,78	71,18	71,34	71,94	72,05
72,16	72,23	72,38	72,91	73,03	73,27	73,41	73,62	73,66	73,89	73,91	74,13
74,31	74,52	74,85	75	75	75,06	75,12	75,39	75,46	75,53	75,59	75,88
76,21	76,3	76,31	76,5	76,76	76,81	77,14	77,22	77,25	77,45	77,68	77,77
77,96	78,01	78,2	78,43	78,51	78,76	79,36	79,42	79,52	79,69	79,76	79,85
80	80,19	80,28	80,29	80,32	80,37	80,87	80,91	80,93	81,05	81,19	81,2
81,35	81,96	82,11	82,27	82,4	82,43	83,04	83,67	83,83	84,21	85,61	88,31
88,48	89,06	89,3	90,22	90,37	90,57	90,74	91,27	91,4	91,51	91,61	91,65
91,8	91,84	91,89	91,89	91,98	92	92,27	92,28	92,4	92,43	92,88	92,98
93,09	93,12	93,15	93,25	93,28	93,29	93,34	93,39	93,43	93,49	93,49	93,56
93,56	93,62	93,65	93,89	93,96	94,04	94,07	94,13	94,2	94,25	94,26	94,27
94,38	94,43	94,47	94,64	94,66	94,7	94,84	94,85	94,9	94,96	95,18	95,19
95,37	95,63	95,71	95,77	95,93	96,07	96,17	96,17	96,6	96,75	97,28	97,29
97,33	97,37	97,52	97,94	98,1	98,16	98,35	100				

Для исследуемого объединенного ряда измерений показателя количества аэрозольных частиц  $PM_{10}$  ( $N_{PM10}$ , %) пары варианта – ранг имеют следующий вид:

$$g_1 = 27,27 \rightarrow 1$$

$$g_2 = 30 \rightarrow 2$$

$$g_3 = 30,76 \rightarrow 3$$

$$g_4 = g_5 = 33,33$$

поэтому ранг 4-й и 5-й вариант будет рассчитан как среднее арифметическое порядковых номеров вариант (4 и 5) в общем вариационном ряде:  $(4+5)/2=4,5$ .

$$g_4 = 33,33 \rightarrow 4,5$$

$$g_5 = 33,33 \rightarrow 4,5$$

$$g_6 = 35 \rightarrow 6$$

$$g_7 = 37,03 \rightarrow 7$$

$$g_8 = 39,47 \rightarrow 8$$

$$g_9 = 40,42 \rightarrow 9$$

$$g_{10} = 41,17 \rightarrow 10$$

и т.д.

Для остальных вариант объединенного ряда, содержащего результаты измерений показателя количества аэрозольных частиц  $PM_{10}$  ( $N_{PM_{10}}$ , %) [449] на двух территориях, ранжирование вариант, разбиение множества полученных рангов (N) на два непересекающихся подмножества: S и Q и расчет статистики с использованием критерия Т-Вилкоксона ( $W_{набл.}$ ), осуществлен в таблице Щ.14 (Приложение Щ).

$$W_{набл.} = 14086$$

Далее, с использованием равенства: определено значение  $z_{кр.}$

Уровень значимости:  $\alpha = 0,05$ .

$$\Phi(z_{кр.}) = \frac{1-\alpha}{2} = \frac{1-0,05}{2} = 0,475$$

По таблице функции Лапласа находится конкретное значение  $z_{кр.}$ :

$$z_{кр.} = 1,96$$

Значение нижней критической точки:

$$w_{н.кр.}(Q, n_1, n_2) = \frac{(n_1 + n_2 + 1) \cdot n_1 - 1}{2} - z_{кр.} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2 \cdot (n_1 + n_2 + 1)}{12}}$$

$$w_{н.кр.}(0,025, 100, 100) = \frac{(100 + 100 + 1) \cdot 100 - 1}{2} - 1,96 \cdot \sqrt{\frac{100 \cdot 100 \cdot (100 + 100 + 1)}{12}} = 9247,3$$

Значение верхней критической точки:

$$w_{в.кр.} = (n_1 + n_2 + 1) \cdot n_1 - w_{н.кр.} = (100 + 100 + 1) \cdot 100 - 9247,3 = 10852,7$$

Наблюдаемое значение статистики (рассчитанное по эмпирическим данным) Вилкоксона:  $W_{набл.} = 14086$ .

Если  $w_{н.кр.} < W_{набл.} < w_{в.кр.}$ , то нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу.

Нулевая гипотеза отвергается и принимается конкурирующая гипотеза в том случае, если  $W_{набл.} < w_{н.кр.}$  или  $W_{набл.} > w_{в.кр.}$  [449].

Осуществим сравнение значений:  $W_{набл.}$ ,  $w_{в.кр.}$  и  $w_{н.кр.}$

Сравнение значений:  $W_{набл.}$ ,  $w_{в.кр.}$  и  $w_{н.кр.}$  :

$$W_{набл.} = 14086 > w_{в.кр.} = 10852,7.$$

Поэтому нулевая гипотеза об однородности анализируемых выборок отвергается и принимается конкурирующая гипотеза:  $F(X) \neq G(Y)$  о неоднородности анализируемых выборок [449], содержащих данные измерений показателя количества аэрозольных частиц  $PM_{10}$  ( $N_{PM_{10}}$ , %) селитебной зоны рп Средняя Ахтуба (при проведении расчетов эти данные образуют первую выборку) и результаты измерений показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM_{10}}$ , %) [449] условно чистой зоны СНТ «Орошенец» (при проведении расчетов данные условно чистой зоны образуют вторую выборку).

Сравнительная характеристика двух территорий по критерию Т-Вилкоксона указала на статистически значимые различия в значениях показателя количества частиц. Были обнаружены высокие значения по количеству мелкодисперсных частиц ( $N_{PM_{10}}$ , %) в условно чистой зоне (2018 г.: 66,1 %; 2019 г.: 69,8 %; 2020 г.: 69,7 %), различающиеся с селитебной зоной незначительно, а именно: в 1,38 раза (2018 год: 91,55 %); в 1,22 раза (2019 год: 85,55 %); в 1,3 раза (2020 год: 89,66 %), что дает основание использовать данный показатель количества частиц ( $N_{PM_{10}}$ , %) как индикатор на загрязнение территорий условно-чистых зон опасными аэрозольными частицами <10 мкм и объясняет присвоение 1 балла в СНТ «Орошенец», «Шельф» в 2018, 2019, 2020 гг. (см. глава 5).

Сравнительная характеристика средних значений показателей количества аэрозольных частиц ( $N_{PM_{10}}$ , %) в селитебной зоне в рп Средняя Ахтуба

Среднеахтубинского района Волгоградской области (Э) по сравнению с СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона (К)) приведена на рисунке 33.

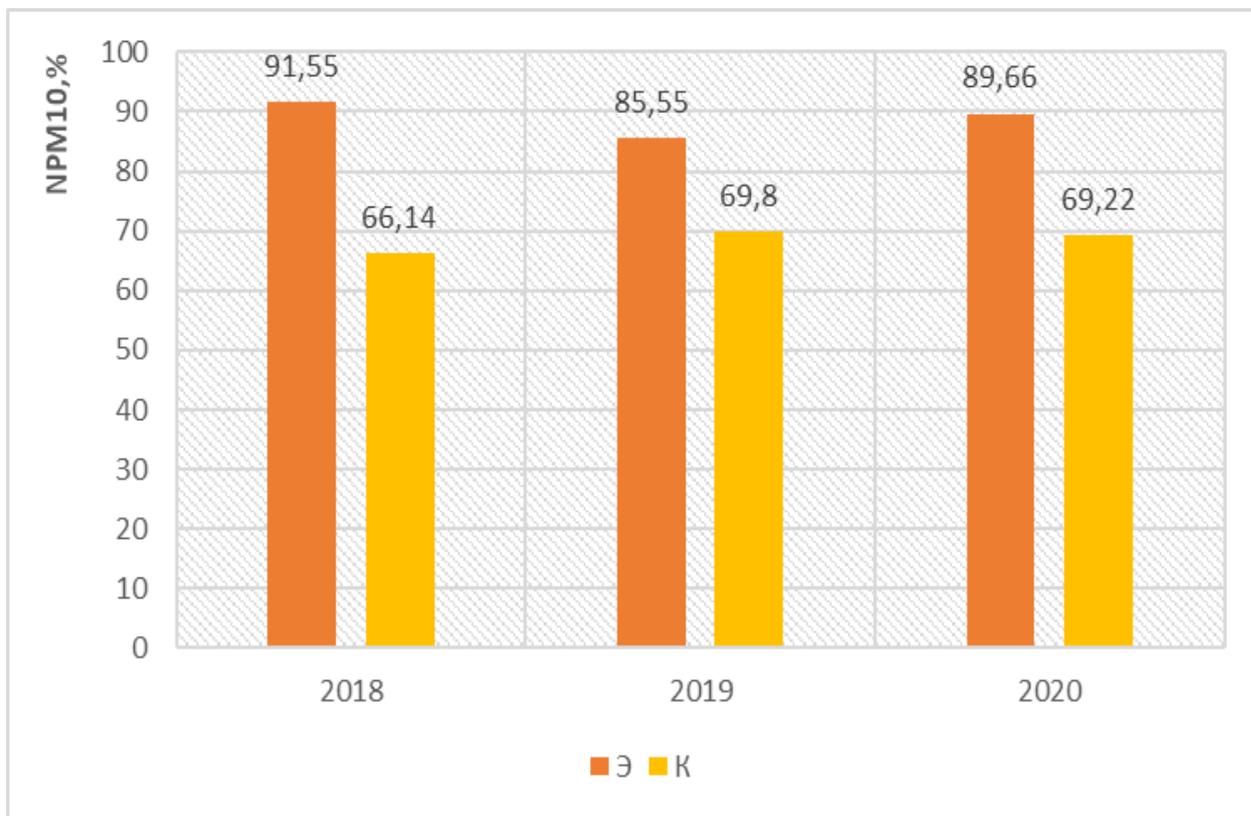


Рисунок 33 - Сравнительная характеристика средних значений показателей количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$ , %) в жилой зоне в рп Средняя Ахтуба Среднеахтубинского района Волгоградской области (Э) по сравнению с СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона (К))

#### 6.6 Сравнительная характеристика жилой зоны рп Средняя Ахтуба и СНТ «Орошенец», «Шельф» по аэрозольному показателю массовой доли частиц за 2018-2020 гг.

*Проверка гипотезы об однородности двух выборок, содержащих результаты измерений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %) между территориями условно чистой зоны (СНТ «Орошенец», «Шельф») и жилой зоной рп Средняя Ахтуба Среднеахтубинского района Волгоградской области) по T-критерию Вилкоксона, 2018 год*

**2018 год:** Объединенный массив наблюдаемых значений показателя массовой доли частиц  $PM_{10}$  ( $D(d_{PM_{10}})$ , %), с выполненной в порядке возрастания значений сортировкой был представлен в таблице С.3 (Приложение С), рассмотрен в Главе 2.4. В той же главе представлено ранжирование вариант объединенного ряда, содержащего результаты измерений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM_{10}})$ , %) в условно чистой зоне (СНТ «Орошенец», «Шельф») и селитебной территории (рп Средняя Ахтуба) и расчет статистики по Т-критерию Вилкоксона С.4 (Приложение С).

**2019 год:** Объединенный массив наблюдаемых значений, с выполненной в порядке возрастания значений сортировкой представлен в таблице Щ.15 (Приложение Щ).

После получения единого массива осуществляется ранжирование вариант объединенного ряда.

Присвоение рангов вариантам исследуемого объединенного ряда измерений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM_{10}})$ , %), где пары варианта – ранг имеют следующий вид:

$$g_1 = 0,29 \rightarrow 1$$

$g_2 = g_3 = 0,36$ , поэтому ранг 2-й и 3-й вариант будет рассчитан как среднее арифметическое порядковых номеров вариант (2 и 3) в общем вариационном ряде:  $(2 + 3) / 2 = 2,5$ .

$$g_2 = 0,36 \rightarrow 2,5$$

$$g_3 = 0,36 \rightarrow 2,5$$

$$g_4 = 0,53 \rightarrow 4$$

$g_5 = g_6 = 0,55$  поэтому ранг 5-й и 6-й вариант будет рассчитан как среднее арифметическое порядковых номеров вариант (5 и 6) в общем вариационном ряде:  $(5+6)/2=5,5$ .

$$g_5 = 0,55 \rightarrow 5,5$$

$$g_6 = 0,55 \rightarrow 5,5$$

$$g_7 = 0,7 \rightarrow 7$$

$$g_8 = 0,72 \rightarrow 8$$

$$g_9 = 0,77 \rightarrow 9$$

$$g_{10} = 0,88 \rightarrow 10$$

и т.д.

Для остальных вариантов объединенного ряда, содержащего результаты измерений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %) на двух территориях, ранжирование вариантов, разбиение множества полученных рангов ( $N$ ) на два непересекающихся подмножества:  $S$  и  $Q$  и расчет статистики по  $T$ -критерию Вилкоксона ( $W_{\text{набл.}}$ ), осуществлен в таблице Щ.16 (Приложение Щ).

$$W_{\text{набл.}} = 13394,5$$

Далее, с использованием равенства: определено значение  $z_{\text{кр}}$ .

Уровень значимости:  $\alpha = 0,05$ .

$$\Phi(z_{\text{кр}}) = \frac{1 - \alpha}{2} = \frac{1 - 0,05}{2} = 0,475$$

По таблице функции Лапласа находится конкретное значение  $z_{\text{кр}}$ :

$$z_{\text{кр}} = 1,96$$

Значение нижней критической точки:

$$w_{\text{н.кр.}}(Q, n_1, n_2) = \frac{(n_1 + n_2 + 1) \cdot n_1 - 1}{2} - z_{\text{кр}} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2 \cdot (n_1 + n_2 + 1)}{12}}$$

$$w_{\text{н.кр.}}(0,025, 100, 100) = \frac{(100 + 100 + 1) \cdot 100 - 1}{2} - 1,96 \cdot \sqrt{\frac{100 \cdot 100 \cdot (100 + 100 + 1)}{12}} = 9247,3$$

Значение верхней критической точки:

$$w_{\text{в.кр.}} = (n_1 + n_2 + 1) \cdot n_1 - w_{\text{н.кр.}} = (100 + 100 + 1) \cdot 100 - 9247,3 = 10852,7$$

Наблюдаемое значение статистики (рассчитанное по эмпирическим данным) Вилкоксона  $W_{\text{набл.}} = 13394,5$

Если  $w_{\text{н.кр.}} < W_{\text{набл.}} < w_{\text{в.кр.}}$ , то нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу.

Нулевая гипотеза отвергается и принимается конкурирующая гипотеза в том случае, если  $W_{\text{набл.}} < w_{\text{н.кр.}}$  или  $W_{\text{набл.}} > w_{\text{в.кр.}}$ .

Осуществим сравнение значений:  $W_{\text{набл.}}$ ,  $w_{\text{в.кр.}}$  и  $w_{\text{н.кр.}}$

Сравнение значений:  $W_{\text{набл.}}$ ,  $w_{\text{в.кр.}}$  и  $w_{\text{н.кр.}}$ :

$W_{\text{набл.}} = 13394,5 > w_{\text{в.кр.}} = 10852,7$ , поэтому нулевая гипотеза об однородности анализируемых выборок отвергается и принимается конкурирующая гипотеза:  $F(X) \neq G(Y)$  о неоднородности анализируемых выборок, содержащих данные измерений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{\text{PM10}})$ , %) экспериментальной зоны рп Средняя Ахтуба (при проведении расчетов эти данные образуют первую выборку) и результаты измерений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{\text{PM10}})$ , %) условно чистой зоны СНТ «Орошенец» (при проведении расчетов данные условно чистой зоны образуют вторую выборку).

**2020 год:** Объединенный массив наблюдаемых значений, с выполненной в порядке возрастания значений сортировкой представлен в таблице Щ.17 (Приложение Щ).

После получения единого массива осуществлялось ранжирование вариант объединенного ряда.

Присвоение рангов вариантам объединенного ряда, содержащего результаты измерений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{\text{PM10}})$ , %), где пары варианта – ранг имеют следующий вид:

$$g_1 = 0,008 \rightarrow 1$$

$$g_2 = 0,03 \rightarrow 2$$

$$g_3 = 0,04 \rightarrow 3$$

$g_4 = g_5 = 0,05$ , поэтому ранг 4-й и 5-й вариант будет рассчитан как среднее арифметическое порядковых номеров вариант (4 и 5) в общем вариационном ряде:  $(4+5) / 2 = 4,5$ .

$$g_4 = 0,05 \rightarrow 4,5$$

$$g_5 = 0,05 \rightarrow 4,5$$

$g_6 = g_7 = 0,07$ , поэтому ранг 6-й и 7-й вариант будет рассчитан как среднее арифметическое порядковых номеров вариант (6 и 7) в общем вариационном ряде:  $(6+7) / 2 = 6,5$ .

$$g_6 = 0,07 \rightarrow 6,5$$

$$g_7 = 0,07 \rightarrow 6,5$$

$$g_8 = 0,08 \rightarrow 8$$

$$g_9 = 0,1 \rightarrow 9$$

$$g_{10} = 0,11 \rightarrow 10$$

и т.д.

Для остальных вариант объединенного ряда, содержащего результаты измерений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %) на двух территориях, ранжирование вариант, разбиение множества полученных рангов (N) на два непересекающихся подмножества: S и Q и расчет статистики по T-критерию Вилкоксона ( $W_{набл.}$ ), осуществлен в таблице Щ.18 (Приложение Щ).

$$W_{набл.} = 13848,5$$

Далее, с использованием равенства: определено значение  $z_{кр.}$

Уровень значимости:  $\alpha = 0,05$ .

$$\Phi(z_{кр.}) = \frac{1 - \alpha}{2} = \frac{1 - 0,05}{2} = 0,475$$

По таблице функции Лапласа находится конкретное значение  $z_{кр.}$ :  $z_{кр.} = 1,96$ .

Значение нижней критической точки:

$$w_{н.кр.}(Q, n_1, n_2) = \frac{(n_1 + n_2 + 1) \cdot n_1 - 1}{2} - z_{кр.} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2 \cdot (n_1 + n_2 + 1)}{12}}$$

$$w_{н.кр.}(0,025, 100, 100) = \frac{(100 + 100 + 1) \cdot 100 - 1}{2} - 1,96 \cdot \sqrt{\frac{100 \cdot 100 \cdot (100 + 100 + 1)}{12}} = 9247,3$$

Значение верхней критической точки:

$$w_{в.кр.} = (n_1 + n_2 + 1) \cdot n_1 - w_{н.кр.} = (100 + 100 + 1) \cdot 100 - 9247,3 = 10852,7$$

Наблюдаемое значение статистики (рассчитанное по эмпирическим данным) Вилкоксона  $W_{набл.} = 13848,5$

Если  $w_{н.кр.} < W_{набл.} < w_{в.кр.}$ , то нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу.

Нулевая гипотеза отвергается и принимается конкурирующая гипотеза в том случае, если  $W_{набл.} < w_{н.кр.}$  или  $W_{набл.} > w_{в.кр.}$

Осуществим сравнение значений:  $W_{набл.}$ ,  $w_{в.кр.}$  и  $w_{н.кр.}$

Сравнение значений:  $W_{набл.}$ ,  $w_{в.кр.}$  и  $w_{н.кр.}$  :

$W_{\text{набл.}} = 13848,5 > w_{\text{в.кр.}} = 10852,7$ , поэтому нулевая гипотеза об однородности анализируемых выборок отвергается и принимается конкурирующая гипотеза:  $F(X) \neq G(Y)$  о неоднородности анализируемых выборок, содержащих данные измерений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{\text{PM}_{10}})$ , %) экспериментальной зоны рп Средняя Ахтуба (при проведении расчетов эти данные образуют первую выборку) и результаты измерений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{\text{PM}_{10}})$ , %) условно чистой зоны СНТ «Орошенец» (при проведении расчетов данные условно чистой зоны образуют вторую выборку).

На рисунке 34 представлены диаграммы средних значений показателя массовой доли частиц  $<10$  мкм в сравнении двух территорий.

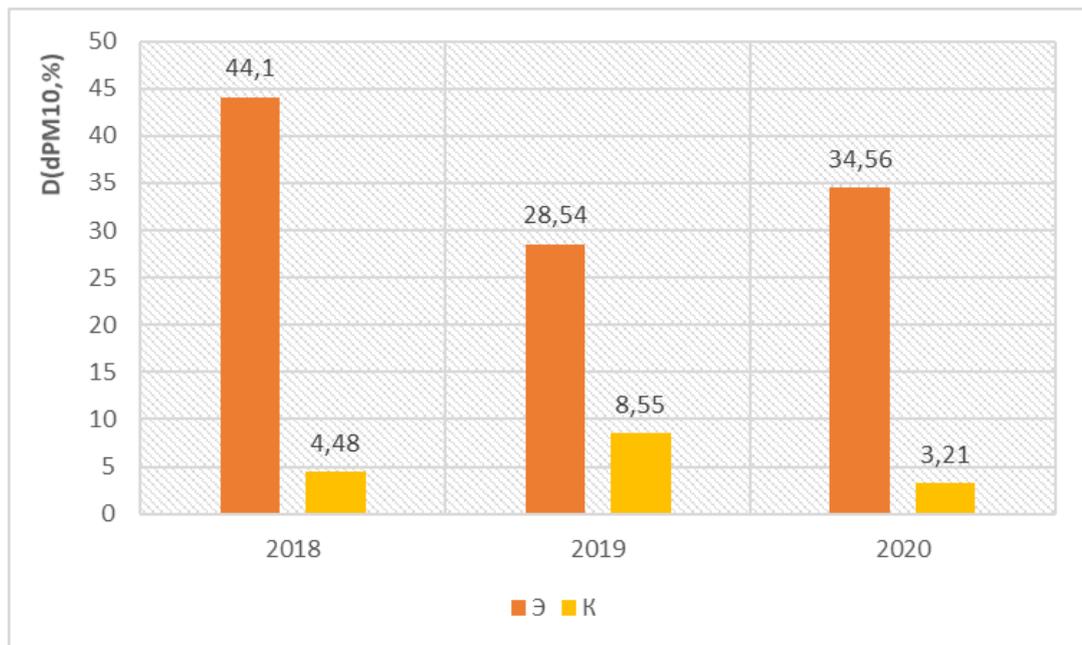


Рисунок 34 – Сравнительная характеристика средних значений показателей массовой доли частиц ( $D(d_{\text{PM}_{10}})$ , %) в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба Среднеахтубинского района Волгоградской области (Э) и в СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона (К))

Сравнительная характеристика двух территорий по критерию Т-Вилкоксона указала на статистически значимые различия в значениях показателя массовой доли частиц ( $\text{PM}_{10}$ ).

Между тем автор предполагает возможные вбросы мелкодисперсных частиц в условно чистой зоне по исследуемому показателю массовой доли частиц в 2019 году на локальном уровне из прогнозируемых природных источников, исходя из выявленных значений данного показателя в сравнении двух территорий, когда превышения по показателю ( $D(d_{PM10})$ , %) в селитебной зоне были зарегистрированы в 9,8 раза (2018 год); в 3,3 раза (2019 год); в 10,8 раза (2020 год) по сравнению с условно чистой зоной, что свидетельствовало о возможном аэрозольном загрязнении территории тяжелыми аэрозольными мелкодисперсными частицами  $<10$  мкм из прогнозируемых естественных источников в условно чистой зоне, в связи с чем появляется возможность использовать показатель ( $(D(d_{PM10}), \%)$ ) как индикатор на загрязнение территорий условно чистых зон опасными аэрозольными частицами  $<10$  мкм и объясняет присвоение 1 балла в СНТ «Орошенец», «Шельф» в 2018, 2019, 2020 гг. (см. глава 5).

### **6.7 Оценка изменчивости аэрозольных показателей массовой доли и количества частиц в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба и условно чистой зоне СНТ «Орошенец», «Шельф» за 2018–2020 гг.**

#### ***Оценка изменчивости показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %) в СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона)***

Рассмотрим 3 выборки значений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %), из аэрозольных суспензий, полученных в 2018, 2019 и 2020 годах на территории условно чистой зоны. Описательные статистики этих выборок представлены в главе 5.

Результаты проверки гипотезы об отсутствии статистически значимых различий между значениями показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %), измеренных на территории условно чистой зоны (СНТ «Орошенец», «Шельф»), представлены в главе 5.

Результаты проверки гипотезы об однородности результатов измерений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %), (условно чистая зона), 2018-2020 гг. представлены как:  $N=62,703$ ;  $Df=2$ ,  $P\text{-value}=2.422e-14$ . Таким образом, при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  гипотеза об однородности выборок признается незначимой, что говорит о статистически значимых изменениях показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %) в течение трех лет в условно чистой зоне.

***Оценка изменчивости показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %) в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба***

Осуществляемое исследование нацелено на установление достоверности различий в значениях показателей массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %), измеренных в 2018, 2019, 2020 гг. в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба.

Необходимые для реализации поставленной цели расчеты проведены с использованием аппарата математической статистики. Данные измерений представлены в главе 4.

Верификация достоверности различий была реализована посредством использования аппарата проверки гипотез об однородности выборок с помощью критерия Краскела – Уоллиса.

Рассмотрим 3 выборки значений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %), из аэрозольных суспензий, полученных в 2018, 2019 и 2020 годах в рп Средняя Ахтуба (экспериментальная территория). Описательные статистики этих выборок представлены в главе 4.

Результаты проверки гипотезы об отсутствии статистически значимых различий между значениями показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %), измеренных на экспериментальной территории представлены как:  $N=12,518$ ;  $Df=2$ ,  $P\text{-value}=0,001913$ . Таким образом, при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  гипотеза об однородности выборок признается незначимой. Это свидетельствует о статистически значимых изменениях показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %) в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба в течение трех лет.

***Оценка изменчивости показателя количества частиц ( $N_{PM10}$ , %) в СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона)***

Осуществляемое исследование нацелено на установление достоверности различий в значениях показателей количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$ , %), измеренных в 2018-2020 гг. на территории условно чистой зоны (СНТ «Орошенец»).

Необходимые для реализации поставленной цели расчеты проведены с использованием аппарата математической статистики. Данные измерений представлены в главе 4.

Верификация достоверности различий реализована посредством использования аппарата проверки гипотез об однородности выборок с помощью критерия Краскела – Уоллиса.

Рассмотрим 3 выборки значений показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$ , %), из аэрозольных суспензий, полученных в 2018, 2019 и 2020 годах на территории условно чистой зоны. Описательные статистики этих выборок представлены в главе 5.

Результаты проверки гипотезы об отсутствии статистически значимых различий между значениями показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$ , %), измеренных на территории условно чистой зоны (СНТ «Орошенец») представлены как:  $H=2,8645$ ;  $Df=2$ ,  $P\text{-value}=0,2388$ . Таким образом, при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  гипотеза об однородности выборок признана значимой, что говорит о статистически не значимых изменениях количества аэрозольных частиц  $PM_{10}$  ( $N_{PM10}$ , %) в течение трех лет.

***Оценка изменчивости показателя количества частиц ( $N_{PM10}$ , %) в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба***

Осуществляемое исследование нацелено на установление достоверности различий в значениях показателей количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$ , %), измеренных в 2018, 2019, 2020 гг. в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба.

Необходимые для реализации поставленной цели расчеты проведены с использованием аппарата математической статистики. Данные измерений представлены в главе 4. Верификация достоверности различий реализована

посредством использования критерия Краскела-Уоллиса, который проверяет гипотезу об однородности выборок.

Рассмотрим 3 выборки значений показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM_{10}}$ , %), из аэрозольных суспензий, полученных в 2018, 2019 и 2020 годах в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба. Диаграммы размаха выборок представлены в главе 4. Проверялась гипотеза об однородности выборок по показателю количества аэрозольных частиц  $PM_{10}$  ( $N_{PM_{10}}$ , %), измеренных в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба представлены как:  $N=23,306$ ;  $Df=2$ ;  $P\text{-value}=8,694 \cdot e^{-06}$ .

Наблюдались статистически значимые изменения по количеству аэрозольных частиц ( $N_{PM_{10}}$ , %) в течение трех лет на исследуемой территории (рп Средняя Ахтуба), что свидетельствует о неоднородности выборок при уровне значимости  $\alpha = 0,05$

Вывод: Оценка изменчивости показателя массовой доли ( $D(d_{PM_{10}})$ , %), количества ( $N_{PM_{10}}$ , %) аэрозольных частиц в селитебной зоне (рп Средняя Ахтуба) за 2018, 2019, 2020 гг. позволила выявить статистически значимые изменения по исследуемым показателям, что свидетельствовало о селитебной зоне как открытой системе, антропогенная и природная нагрузки на которую могли происходить из различных источников, располагающихся рядом с ней (см. глава 4).

Что касается условно чистой зоны, то скачкообразные значения показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM_{10}})$ ) в период 2018-2020 гг. можно расценивать как возможный вброс аэрозольных частиц из неизвестных источников в СНТ в 2019 году, вероятно, аэрозолей с металлическими примесями из прогнозируемых автором активных геологических структур в виде возможного месторождения полезных ископаемых или транзитного переноса частиц, что, по мнению автора, является маловероятно. Различия в значениях же показателя количества мелкодисперсных частиц ( $PM < 10$  мкм) в СНТ были доказаны как статистически не значимые (однородные), что свидетельствовало о действии на протяжении трех указанных лет определенного системного фактора в виде устойчивого аэрозольного загрязнения территории условно чистой зоны из локального источника.

Таким образом, аэрозольные показатели: удельная электропроводность, массовая доля и количество частиц явились индикаторами на природное аэрозольное загрязнение территории условно-чистой зоны, которой ранее был присвоен 1 балл в течение 2018-2020 гг.

### **6.8 Феномен «природное загрязнение» как неучтенный фактор естественной нагрузки в населенных пунктах Волгоградской области в среде функционирующего городского хозяйства**

В вышеизложенных главах автором прогнозировался на некоторых исследованных территориях факт аэрозольного загрязнения из природных источников в виде возможных неучтенных выбросов химических соединений на территории Волгоградской области и Саратовской областей, которые происходят из геоактивных структур Земли, смешиваются с антропогенными выбросами и являются с ними неразличимы. При этом известно, что выбросы химических соединений из природных источников аналогичны выбросам городского хозяйства, а именно: автотранспорта, промышленных предприятий и др. антропогенной нагрузки урбанистических территорий. В связи с чем в окружающей среде городских и сельских поселений могут одновременно присутствовать вещества с одинаковой химической формулой как антропогенного, так и природного происхождения, т.е. смешанного происхождения.

Так, например, антропогенный сероводород в населенных пунктах может находиться в атмосферном воздухе как от промышленных предприятий [588-590], так и из природных источников – нефтегазовых бассейнов [591]; районов морских акваторий [592]; соленых болот, солоноватых и пресноводных болот [593]; вулканических областей [594] и др., если эти участки расположены вблизи населенных пунктов.

Выбросы аммиака в окружающую среду в населенных пунктах могут происходить от промышленных центров [595-597], сельскохозяйственного

производства [598], а также как из природных источников, если поблизости есть леса [599], океаны [600], вулканы [601,602] или определенные популяции птиц [603]. Ртуть в среде населенных пунктах может иметь как антропогенное происхождение [604-606], так и природное, если рядом с городскими или сельскими поселениями располагаются вулканические зоны и геотермальные источники [607,608], некоторые моря и океаны [609]. Хлористый водород в городской среде также может поступать из антропогенных источников [610-612], а также и из природных источников, если, например, вблизи населенных пунктов расположены активные кратерные озера [613]; действующие вулканы [614,615].

Аналогичные примеры можно привести для тяжелых металлов, являющихся продуктами из антропогенных источников и источников природного происхождения, если городские и сельские населенные пункты расположены вблизи территорий сейсмоактивных зон [616-619], тектонических движений вдоль разломов [620], вблизи кратерных озер [621], вулканов [622].

В связи с этим в городской среде могут содержаться природные химические соединения, идентичные по своей химической формуле с веществами из антропогенных источников. При этом, если мониторинг антропогенных выбросов происходит регулярно, они учитываются на государственном уровне, эксгаляция же веществ из естественных источников не учитывается на государственном уровне и контроль за ними не осуществляется.

Неучтенные выбросы в городских и сельских поселениях могут создавать дополнительную нагрузку на население. Данный факт ставит под угрозу обеспечение экологической безопасности населенных пунктов и территорий как и их устойчивое развитие и невозможность достижения основных целей, отраженных в Международной повестке дня ООН в области устойчивого развития: цель 3 (*«Обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех в любом возрасте»*); цель 11 (*«Сделать города инклюзивными, безопасными, жизнестойкими и устойчивыми»*), поскольку для населения не создаются защитные природоохранные мероприятия и создаются условия для развития различных заболеваний человека.

Выдвинутое автором предположение о действии природного фактора на территории Волгоградской области, которое было спрогнозировано в селитебных зонах рп Средняя Ахтуба (Среднеахтубинский район Волгоградской области), рп Светлый Яр Светлоярского района Волгоградской области, в пос. Киляковка (Среднеахтубинский район Волгоградской области), на территории условно чистой зоны в СНТ «Орошенец», «Шельф» (Советский район, г. Волгоград) и др. подтверждается ранее установленной автором отрицательной корреляционной зависимости, например, между заболеваниями населения Волгоградской области, от которых в первую очередь регистрируется в регионе смертность (заболевания системы кровообращения и злокачественные новообразования) и выбросами загрязняющих веществ от региональных антропогенных источников за последние 15 лет (2005-2019 гг.) (см. глава 1), где антропогенный фактор на региональном уровне может не являться доминирующим, а иметь место действие каких-либо неучтенных выбросов химических соединений из источников природного происхождения и соответственно оказывать определенную нагрузку на здоровье человека.

Полученные данные по Волгоградской области ломают традиционное представление о том, что именно выбросы из антропогенных источников являются основным фактором, например, в развитии злокачественных новообразований и заболеваний системы кровообращения среди населения Волгоградской области.

В этой связи традиционные взгляды о загрязнении окружающей среды селитебных зон населенных пунктов со стороны функционирующего городского хозяйства и рисков развития вышеперечисленных заболеваний среди населения Волгоградской области, от которого в первую очередь регистрируется смертность (заболевания системы кровообращения, злокачественные новообразования) в Волгоградской области, могут быть не приемлемы. Поскольку ранее позиционируемая автором проблема (*проблема обеспечения экологической безопасности жилых зон населенных пунктов в связи с ростом региональных заболеваний среди населения (система кровообращения, злокачественные*

новообразования) на фоне снижения антропогенной нагрузки со стороны установленных выбросов из региональных антропогенных источников) (см. глава 1) может быть связана именно с природными неучтенными выбросами в регионе, создающими определенные экологические риски и оказывающие негативное влияние на здоровье человека, выраженное в росте определенных видов заболеваний и др.

Именно неучтенные и неконтролируемые региональные выбросы химических соединений из природных источников могут являться активаторами развития различных заболеваний волгоградцев, поскольку население от них не защищено, так как активные геологические структуры практически неизвестны в регионе, за ними никто не наблюдает, никто не разрабатывает защитные экологические мероприятия для населения от естественных выбросов.

Подобная ситуация может складываться не только в Волгоградской области, но и в других регионах РФ, в том числе и за рубежом, особенно, если территории расположены на древних платформах с активными геологическими структурами, что требует дальнейших исследований, выявления источников природного загрязнения с целью повышения качества и уровня жизни населения для решения проблем устойчивого развития территорий.

Представленная работа обращает внимание исследователей на инновационный подход к мониторингу загрязнений в населенных пунктах, заключающийся в интегральной оценке экологического состояния территорий с позиции свертки нормированных базовых факторов по Колмогорову – Нагумо, что позволит оперативно выявлять экологический статус жилых зон городских и сельских поселений, любых других земельных участков и прогнозировать источники загрязнения.

## **Выводы по главе 6**

1. Осуществлена проверка гипотезы об однородности двух выборок, содержащих результаты измерений аэрозольных показателей ((рН), ЕС (мкСм/см); Lr, см; (N<sub>PM10</sub>), %); (D(d<sub>PM10</sub>), %)) на территориях условно чистой зоны

(СНТ «Орошенец», «Шельф») и селитебной зоны (рп Средняя Ахтуба Среднеахтубинского района Волгоградской области) по Т-критерию Вилкоксона, 2018-2020 гг., где установлена неоднородность выборок ( $F(X) \neq G(X)$ ) с вероятностью  $p = 0,95$ , где различие полученных результатов измерений показателей были признаны статистически значимыми.

2. Выявлены кислые примеси в атмосферном воздухе селитебной зоны в рп Средняя Ахтуба в 1,32 раза; в 2019 году – в 1,22 раза; в 2020 году – в 1,2 раза по сравнению с условно чистой зоной, что свидетельствовало о загрязнении атмосферного воздуха селитебной зоны и отсутствие загрязнения в условно чистой зоне.

3. Сравнительная характеристика статистически значимых различий значений по показателю развития тест-объектов ( $L_r$ , см) не позволила определить токсиканты в аэрозолях в условно чистой зоне в период 2018-2020 гг.

4. Установлены минерализованные аэрозольные частицы в условно чистой зоне со значениями показателя удельной электропроводности: 38,11-42,68 (мкСм/см) в течение 2018-2020 гг., что свидетельствовало об устойчивом загрязнении атмосферного воздуха условно чистой зоны твердыми частицами из возможного природного источника. В связи с чем данный показатель может являться индикатором на аэрозольное загрязнение территорий условно-чистых зон и объясняет причину присвоения 1 балла СНТ «Орошенец», «Шельф» в 2018-2020 гг. при осуществлении интегральной оценки экологического состояния территории (см. глава 5).

5. Выявлены высокие значения по количеству мелкодисперсных частиц ( $N_{PM10}$ , %) в условно чистой зоне (2018 г.: 66,1 %; 2019 г.: 69,8 %; 2020 г.: 69,7 %), различающиеся с селитебной зоной незначительно, а именно: в 1,38 раза (2018 год: 91,55 %); в 1.22 раза (2019 год: 85,55 %); в 1.3 раза (2020 год: 89,66 %), что дает основание использовать данный показатель количества частиц ( $N_{PM10}$ , %) как индикатор на загрязнение территорий условно-чистых зон опасными аэрозольными частицами  $<10$  мкм и объясняет присвоение 1 балла в СНТ «Орошенец», «Шельф» в 2018,2019, 2020 гг. (см. глава 5).

6. Прогнозируются вбросы мелкодисперсных частиц по показателю массовой доли частиц в условно чистой зоне в 2019 году на локальном уровне, исходя из выявленных значений данного показателя в сравнении двух территорий, когда превышения по показателю ( $D(d_{PM10})$ , %) в селитебной зоне были зарегистрированы в 9,8 раза (2018 год); в 3,3 раза (2019 год); в 10,8 раза (2020 год) по сравнению с условно чистой зоной, что свидетельствовало о возможном аэрозольном загрязнении территории тяжелыми аэрозольными мелкодисперсными частицами  $<10$  мкм из прогнозируемых природных источников в условно чистой зоне, в связи с чем появляется возможность использовать показатель ( $(D(d_{PM10}), \%)$ ) как индикатор на загрязнение территорий условно-чистых зон опасными аэрозольными частицами  $<10$  мкм и объясняет присвоение 1 балла в СНТ «Орошенец», «Шельф» в 2018, 2019, 2020 гг. (см. глава 5).

7. Спрогнозирован автором феномен «природное загрязнение» как неучтенный фактор естественной нагрузки в населенных пунктах Волгоградской области в среде функционирующего регионального хозяйства.

## 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; сегментный, 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 свидетельствует 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 также 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. (Приложение Э).

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 ( $PM_{10}$ ), 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.

## Список литературы

1. Модельный закон «Об экологической безопасности» [Текст] (новая редакция): (принят постановлением Межпарламентской Ассамблеи государств - участников СНГ от 15 ноября 2003 г. N 22-18) // Информационный бюллетень Межпарламентской Ассамблеи государств - участников СНГ. – 2004. - N 33.
2. ГОСТ Р 14.09-2005 Экологический менеджмент. Руководство по оценке риска в области экологического менеджмента [Текст]. – Москва : Стандартиформ, 2010. - 35 с.
3. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Волгоградской области в 2018 году» [Текст]. - Волгоград, 2019. - 292 с.
4. Доклад о состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2007 году [Текст]. - Москва : Глобус, 2008. - 384 с.
5. Доклад о состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2008 году [Текст] / ред. колл. В. И. Новиков, С. В. Матковский, В. В. Брагин [и др.] ; Комитет прир. ресурсов и охраны окр. среды Адм. Волгогр. обл. - Волгоград : Панорама, 2009. - 384 с.
6. Об охране окружающей среды [Текст] : [федер. закон N 7-ФЗ: принят Гос. Думой 20 дек. 2001 г.: по состоянию на 9 марта 2021 г.]. – Санкт-Петербург : Стаун-кантри, 2001. - 94 с.
7. Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации : указ Президента РФ от 07.07.2011 г. № 899 [Электронный ресурс] : с изм. и доп. от 15 декабря 2015 г. – URL: <https://base.garant.ru/> (дата обращения: 11.01.2021).
8. Об утверждении Программы фундаментальных научных исследований в РФ на долгосрочный период (2021-2030 гг.) : распоряжение правительства РФ от 31.12.2020 г. № 3684-р [Электронный ресурс] . – URL: <https://base.garant.ru/> (дата обращения: 11.01.21).

9. О стратегии научно-технологического развития Российской Федерации до 2035 года : указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642. – URL: <https://base.garant.ru/> (дата обращения: 11.01.21).

10. Теличенко, В. И. Управление экологической безопасностью строительства. Экологический мониторинг = Controlling ecological safety of construction. Ecological monitoring : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Пром. и гражд. стр-во" направления подгот. диплом. специалистов "Стр-во" / В. И. Теличенко, М. Ю. Слесарев, В. Ф. Стойков. - Москва : Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2005 (ППП Тип. Наука). - 327 с. : ил.; 22 см.; ISBN 5-93093-370-7 (в пер.)

11. Слесарев, М. Ю. Применение нечетких множеств в экспертных системах экологического мониторинга / М. Ю. Слесарев, Г. В. Макаров // Экологические системы и приборы. - 2006. - № 2. - С. 39-45

12. Романовская, А. А. Потребности и пути развития мониторинга адаптации / А. А. Романовская // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. - 2018. - Т. 29, №1. - С. 107-126.

13. Романовская, А. А. К концепции государственного управления и мониторинга в сфере изменения климата в России / А. А. Романовская // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. - 2020. - № 3-4. - С. 61-83.

14. Grafkina M. V. Environmental Monitoring of Electromagnetic Fields in Residential Areas / M. V. Grafkina, E. Y. Sviridova, E. R. Veliyeva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : All-Russian research-to-practice conference “Ecology and safety in the technosphere: current problems and solutions” 19-21 November 2020. -Yurga, 2021. – Vol. 688. - P. 012015. – DOI :10.1088/1755-1315/688/1/012015.

15. Суздалева, А. Л. Экологический мониторинг - основа обеспечения экологической безопасности человеческой деятельности для общества (на примере экологического мониторинга в регионах АЭС) / А. Л. Суздалева // Региональная экология. - 1999. - № 3. - С. 17-22.

16. Васильев, Д. Е. Экологический мониторинг загрязнения почвы нефтесодержащими отходами / А. В. Васильев, Д. Е. Быков, А. А. Пименов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2015. - Т. 17, № 4. - С. 69-272.

17. Васильев, А. В. Комплексный экологический мониторинг как фактор обеспечения экологической безопасности / А. В. Васильев // Академический журнал Западной Сибири. - 2014. - Т. 10, № 2. - С. 23

18. Янченко, Н. И. Экологический мониторинг фтора, серы и натрия в атмосферных осадках Прибайкалья при производстве первичного алюминия / Н. И. Янченко, Г. П. Королева, А. Н. Баранов // Инженерная экология. - 2010. - № 1. - С. 54-61.

19. Голохваст, К. С. Сравнение гранулометрического состава атмосферных взвесей Караканского угольного кластера и Федерального памятника природы «Липовый остров» по данным загрязнения снежного покрова / К. С. Голохваст, А. Н. Куприянов, Ю. А. Манаков [и др.] // Проблемы региональной экологии. - 2014. - Т. 3. - С. 65-70.

20. Громов, С. А. Современное состояние и перспективы развития комплексного фоновое мониторинга загрязнения природной среды / С. А. Громов, С. Г. Парамонов // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. - 2015. - Т. XXVI, № 1. - С. 205-221.

21. Совершенствование технологий экологического мониторинга и обеспечение экологической безопасности природных и урбанизированных территорий : отчет о НИР / Е. И. Тихомирова, О. М. Антонова, О. В. Атаманова [и др.], - № 15В.01 от 05.07.2019.

22. Охрана Природы. Комплексное обследование загрязнения природных сред промышленных районов с интенсивной антропогенной нагрузкой РД 52.44.2-94 : метод. указания : введ. 1995-01-01.

23. Temporal variations in ambient particulate matter reduction associated short-term mortality risks in Guangzhou, China: A time-series analysis (2006-2016) [Text] / R. S. Wu, L. J. Zhong, X. L. Huang [etc.] // Science of the total environment. - 2018. - V. 645. - P. - 491-498.

24. Assessment of Air Quality Index and Health Impact of PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> and SO<sub>2</sub> in Yazd, Iran [Text] / M. Mokhtari, M. Miri, H. Khorsandi [etc.] // Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. - 2015. - P. - 14-23.

25. Rabha, R. Indoor air pollution in rural north-east India: Elemental compositions, changes in haematological indices, oxidative stress and health risks [Text] / R. Rabha, S. Ghosh, P. K. Padhy // Ecotoxicology and environmental safety. - 2018. - V. 165. - P. 393-403.

26. Assessing the association between fine particulate matter (PM<sub>2.5</sub>) constituents and cardiovascular diseases in a mega-city of Pakistan [Text] / Y. Lu, S. Lin, Z. Fatmi [etc] // Environmental pollution. - 2019. - T. 252. - P. 1412-1422. - DOI: 10.1016/j.envpol.2019.06.078.

27. Translocation of inhaled ultrafine particles to the brain. Inhal [Text] / G. Oberdörster, Z. Sharp, V. Atudorei [etc.] // Toxicol. – 2004. - V. 16 (6-7). - P. 437-445.

28. Translocation of ultrafine insoluble iridium particles from lung epithelium to extrapulmonary organs is size dependent but very low [Text] / W. G. Kreyling, M. Semmler, F. Erbe [etc.] // Toxicol. Env. Health. - Pt. A. – V. 65 (20). – 2002. - P. 1513-1530.

29. Ultrafine particulate pollutants induce oxidative stress and mitochondrial damage [Text] / N. Li, C. Sioutas, A. Cho [etc.] // Environ. Health Perspect. – 2003. – V. 111 (4). - P. 455-460.

30. Exposure to ambient dusty particulate matter impairs spatial memory and hippocampal LTP by increasing brain inflammation and oxidative stress in rats [Text] / S. Hajipour, , Y. Farbood, M. Gharib-Naseri [etc.] // Life sciences. - 2020. - T. 242. - DOI: 10.1016/j.lfs.2019.117210.

31. Исследование дисперсного состава пыли городской среды [Текст] / В. Н. Азаров, А. А. Кузьмичев, Д. А. Николенко [и др.] // Вестник МГСУ. - 2020. - Т. 15, вып. 3. - С.432-442.

32. Просвирякова, И. А. Гигиеническая оценка содержания твердых частиц РМ 10 и РМ 2.5 в атмосферном воздухе и риска для здоровья жителей в зоне влияния выбросов стационарных источников промышленных предприятий

[Текст] / И. А. Просвирякова, Л. М. Шевчук // Анализ риска здоровью. - 2018. - № 2. - С. 14-22.

33. Голохваст, К. С. Атмосферные взвеси городов Дальнего Востока [Текст] / К. С. Голохваст. – Владивосток : Изд-во ДВФУ, 2013. - 178 с.

34. Нано- и микроразмерное загрязнение атмосферы заповедника «БАСТАК», вызванное техногенным влиянием г. Биробиджана [Текст] / К. С. Голохваст, И. Л. Ревуцкая, Е. С. Лонкина [и др.] // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. - 2016. – Вып. 61. - С. 36-41.

35. Каюкова, Е. П. Гидрохимические особенности атмосферных осадков на полигоне Крымской геологической практики СПбГУ [Текст] / Е. П. Каюкова // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета Серия 7: Геология, география. – 2011. -№ (3). - С. 26-42.

36. Катунина, Е. В. Мониторинг за изменением удельной электропроводности атмосферных осадков в г. Севастополе [Текст] / Е. В. Катунина, Л. Л. Смирнова, И. Н. Аннинская // Материалы Научной конференции «Ломоносовские чтения» 2014 года и Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2014» / под ред . М. Э. Соколова, В. А. Иванова, Н. Н. Миленко [и др.]. – Севастополь : ООО «Экспресс-печать», 2014. - С. 53.

37. Катунина, Е. В. Кислотность осадков г. Севастополя [Текст] // Материалы Научной конференции «Ломоносовские чтения» 2014 года и Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2014» / под ред. М. Э. Соколова, В. А. Иванова, Н. Н. Миленко [и др.]. - Севастополь : ООО «Экспресс-печать», 2014. – С. 52.

38. Янченко, Н. И. Особенности химического состава снежного покрова и атмосферных осадков в городе Братске [Текст] / Н. И. Янченко, О. Л. Яскина // Известия Томского политехнического университета. Химия и химические технологии. - 2014. - Т. 324, № 3. - С. 27-35.

39. Изменение рН и электропроводности снежного покрова Братска / Н. И. Янченко, А. Н. Баранов, В. А. Ершов, Е. В. Тимкина // Системы. Методы. Технологии. - 2014. - № 3 (23). - С. 190-192.

40. Семенец, Е. С. Химический состав атмосферных осадков Российского Заполярья [Текст] / Е. С. Семенец, П. Ф. Свистов, А. С. Талаш // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2017. - Т. 328, № 3. - С. 27-36.

41. Еремина, И. Д. Кислотность и химический состав снежного покрова в Москве и Подмосковье за период 1999–2006 гг. [Текст] / И. Д. Еремина, А. В. Григорьев // Вестник Московского университета. Серия 5: География. - 2010. - № 3. - С. 55-60.

42. Ветров, В. А. Кислотность атмосферных осадков и атмосферные выпадения серы и азота в Арктической зоне Российской Федерации по данным мониторинга химического состава снежного покрова [Текст] / В. А. Ветров, В. В. Кузовкин, Д. А. Манзон // Арктика: экология и экономика. – 2014. - № 3 (15). - С. 46-51.

43. Пристова, Т. А. Химический состав снежного покрова в лесных экосистемах в зоне аэротехногенного влияния целлюлозно-бумажного производства (ЦБП) [Текст] / Т. А. Пристова, М. И. Василевич // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2010. - Т. 12, № 1 (9). - С. 2313-2316.

44. Качановский, Ф. В. Электропроводность осадков, выпадающих в Твери [Текст] / Ф. В. Качановский // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия: Строительство. Электротехника и химические технологии. - 2019. - № 3 (3). - С. 65-71.

45. Исследование содержания ТМ в снеговом покрове г. Архангельска и оценка их влияния на здоровье населения [Текст] / Н. Б. Чагина [и др.] // Вестник САФУ. Серия: Естественные науки. - 2016. - № 4. - С. 57–68.

46. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году» [Текст]. – М. : Минприроды России; НПП «Кадастр», 2018. - 888 с.

47. Отбор проб при наблюдениях за химическим составом атмосферных осадков. РД 52.04.878-2019. [Электронный ресурс] : приказ М-ва прир. ресурсов и

экологии Рос. Федерации. Федер. служба по гидрометеорологии и мониторингу окр. среды. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/561027180> (дата обращения: 05.02.2022).

48. Guzel, B. Monitoring of the Chemical Composition of Rainwater in a Semi-Urban Area in the Northern West of Turkey p [Text] / B. Guzel // Gazi university journal of science. - 2021. - V.34, issue1. - P.1-17. – DOI: DOI10.35378/gujs.727114.

49. Porfirio, D. M. Rainwater geochemistry inside the Barcarena power station at the mouth of the Tocantins River [Text] / D. M. Porfirio, L. R. Monteiro, M. L. D. Costa // Environmental technology. - 2020. - V. 41, issue8. – DOI10.1080/09593330.2018.1516801.

50. Physical, Chemical and Biological Characteristics of Dew and Rainwater during the Dry Season of Tropical Islands [Electronic resource] / M. Muselli [etc] // Atmosphere. - 2021. - V. 12, issue1. - DOI10.3390/atmos12010069.

51. Valappil, N. K. M. Chemical characteristics of rainwater in the tropical rainforest region in northwestern Borneo [Text] / N. K. M. Valappil, P. M. Viswanathan, V. Hamza // Environmental science and pollution research. - 2020. - V.27, issue29. - P. 36994-37010. – DOI10.1007/s11356-020-09542-1.

52. Understanding the Chemistry and Sources of Precipitation Ions in the mid-Brahmaputra Valley of Northeastern India [Text] / P. Bhuyan, M. S. Ahmed, P. K. Hopke, R. R. Hoque // Aerosol and air quality research. - 2020. - V. 20, issue12. - P. 2690-2704. – DOI10.4209/aaqr.2020.02.0072.

53. Филиппова, У. Г. Химический состав аэрозолей разных размерных фракций в атмосфере на Байкальской природной территории [Текст] : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.30 / Филиппова Ульяна Геннадьевна ; Рос. гос. гидрометеорол. ун-т (РГГМУ). - Санкт-Петербург, 2011. - 23 с.

54. Годовые колебания частиц PM10 в воздухе Владивостока [Текст] / В. А. Дрозд, П. Ф. Кику, В. Ю. Ананьев [и др.] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. - Т. 17, № 5 (2). - С. 646-651.

55. Ивлев, Л. С. Химический состав и структура атмосферных аэрозолей [Текст] / Л. С. Ивлев. – Ленинград : Изд-во ЛГУ, 1982. - 366 с. : граф.; 20 см.

56. Химический состав аэрозоля в приземном слое прибрежной зоны Восточной Антарктиды [Электронный ресурс] / Л. П. Голобокова, В. В. Польшкин, Н. А. Онищук [и др.] // Лед и Снег. – 2016. - № 56 (2). – С. 177-188. – URL: <https://doi.org/10.15356/2076-6734-2016-2-177-188> (дата обращения 15.01.2022).

57. Токсичны ли морские аэрозоли? [Электронный ресурс] / В. Б. Лапшин, М. Ю. Яблоков, И. С. Матвеева С. 1302-1316. – URL: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2002/118> (дата обращения 15.01.2022) [и др.] // Электронный журнал «Исследовано в России». – 2002. - № 5. – С. 1302-1316.

58. Звездин В.Н., Землянова М.А., Акафьева Т.И. Токсичность аэрозоля нанодисперсного оксида марганца при ингаляционной экспозиции [Текст]. Медицина труда и промышленная экология. – 2015. - № 12. – С. 13-16.

59. Николаевский, В. С. Экологическая оценка загрязнения атмосферного воздуха и состояния лесных насаждений Пушкинского района Московской области [Текст] / В. С. Николаевский, Е. А. Козлова // Лесной Вестник. - 2000. - № 6. - С. 37-40.

60. Глазачева, Г. И. Состояние атмосферного воздуха г. Минска и прилегающего района [Текст] / Г. И. Глазачева, Т. А. Курлович, И. А. Залыгина // Новости науки и технологий : информ.-аналит. журн. - 2011. - № 1. - С. 3-10.

61. Месяц, С. П. Методический подход к оценке аэрозольного техногенного загрязнения по данным спутниковых наблюдений на примере горнопромышленного комплекса Мурманской области [Текст] / С. П. Месяц, С. П. Остапенко, А. В. Зорин // Горная промышленность. – 2016. – № 6. – С. 69-73.

62. Particulate matter deposited on leaf of five evergreen species in Beijing, China: Source identification and size distribution [Text] / Y. Song, B. Maher, F. Li [etc.] // Atmospheric environment. - 2015. - V. 105. - P. 53-60.

63. Particulate Matter deposition on Quercus ilex leaves in an industrial city of central Italy [Text] / G. Sgrigna, A. Saebo, S. Gawronski [etc.] // Environmental pollution. - 2015. - V. 197. - P. 187-194.

64. Characterization of particulate matter deposited on urban tree foliage: A landscape analysis approach [Text] / L. Lin, J. Yan, K. Ma [etc.] // Atmospheric environment. - 2017. - V. 171. - P. 59-69.

65. Geochemical properties of airborne particulate matter (PM10) collected by automatic device and biomonitors in a Mediterranean urban environment [Text] / P. Adamo, S. Giordano, D. Naimo, R. Bargagli, // Atmospheric environment. - 2008. - V. 42, issue2. - P. 346-357. - DOI: DOI10.1016/j.atmosenv.2007.09.018 10.1016/j.chemosphere.2012.07.006.

66. Use of species of urban trees in Environmental pollution biomonitoring [Text] / K. M. Cardoso, A. de Paula, J. S. dos Santos [etc] // Ciencia florestal. - 2017. - V. 27, issue2. - P. 535-547. - DOI: 10.5902/1980509827734.

67. Magnetic properties of *Tillandsia recurvata* L. and its use for biomonitoring a Mexican metropolitan area [Text] / A. Miranda, M. Chaparro, A. E. Chaparro Mauro, H. Böhnel // Ecological indicators. - 2016. - T.60. - P.125-136. - DOI: 10.1016/j.ecolind.2015.06.025.

68. Национальный стандарт РФ Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Исследование фракционного состава пыли оптическим методом при нормировании качества атмосферного воздуха. ГОСТ Р 56929-2016 [Электронный ресурс] : введ. 2017-02-01 : утв. и введ. в действие Приказом Федер. агентства по техн. регулированию и метрологии от 26 мая 2016 г. N 415-ст. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200135564> (дата обращения: 07.02.2022).

69. ПНД ФТ 14.1:2:4.19-2013. Методика определения токсичности питьевых, грунтовых, поверхностных и сточных вод, растворов химических веществ по измерению показателей всхожести, средней длины и среднего сухого веса проростков семян кресс-салата (*Lepidium sativum*).

70. Свид. о гос. регистрации программ для ЭВМ № 2022664588. Российская Федерация. Интегральная экспресс-оценка экологического состояния территорий: «Aerosols's analysis & Environment» [Текст] / И. Ю. Глинянова, В. Т. Ерофеев, В. В. Афонин, Н. В. Асанова ; ФГБОУ ВО Волгогр. гос. техн. ун-т. - № 2022664303 ; заявл. 02.08.2022 ; опубл. 02.08.2022.

71. Романовская, А. А. Основы мониторинга эмиссий и стоков парниковых газов антропогенного происхождения / А. А. Романовская Ю. А. Израэль // Метеорология и гидрология. - 2008. - № 5. - С. 5-15.

72. Дисперсный и химический состав атмосферных выпадений в снежном покрове городов Дальнего Востока России / К. С. Голохваст, А. С. Холодов, В. В. Чернышев [и др.] ; под общ. ред. И. И. Кондратьева ; Дальневост. федерал. ун-т, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Русское географическое общество. – Владивосток : Дальневост. федерал. ун-т, 2021. – 294 с. ISBN 978-5-7444-5005-2

73. Белова, М. Ю. Совершенствование экологического мониторинга городских почв по биологическим показателям с учетом овражно-балочной сети / М. Ю. Белова, Е. И. Тихомирова, О. В. Абросимова // Научные труды национального парка «Хвалынский». – Саратов, 2017. - Вып. 9. - С. 94–99.

74. Меркулова, М. Ю. Комплексный мониторинг экологического состояния урбаноземов по биологическим показателям (на примере г. Саратова) / М. Ю. Меркулова, Е. И. Тихомирова, О. В. Абросимова // Теоретическая и прикладная экология. - 2015. - № 4. - С. 73-85.

75. Белова, М. Ю. Проблемы экологического мониторинга почвенного покрова городских территорий (на примере агломерации Саратов-Энгельс) / М. Ю. Белова, Е. И. Тихомирова // Экологические проблемы промышленных городов : сб. науч. тр. по материалам 9-й Междунар. науч.-практ. конф. / под ред. Е. И. Тихомировой. - Саратов, 2019. - С. 120-122.

76. Быков, Д. Е. Анализ особенностей и практические результаты экологического мониторинга загрязнения почвы нефтесодержащими отходами / Д. Е. Быков, А. В. Васильев, А. А. Пименов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2014. - Т. 16, № 1 (6). - С. 1705-1708.

77. Васильев, А. В. Экологический мониторинг токсического загрязнения почвы нефтепродуктами с использованием методов биотестирования / А. В. Васильев, В. В. Заболотских // Нефтегазовое дело. - 2016. - № 4. - С.242-249.

78. Васильев, А. В. Экологический мониторинг и очистка сточных вод в районе Северного промышленного узла г. Тольятти / А. В. Васильев // Экология и промышленность России. - 2019. - Т. 23, № 6. - DOI: <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2019-6-34-37>.

79. Суздалева, А. Л. Экологический мониторинг водных объектов и экоаудит водопользователей как основа борьбы с биопомехами в системах техводоснабжения / А. Л. Суздалева, В. Н. Безносков, М. А. Кучкина // Безопасность энергетических сооружений. Научнотехнический и производственный сборник. – Москва : Изд. ОАО «НИИЭС», 2004. - Вып. 14. - С.189–206.

80. Суздалева, А. Л. Об организации экологического мониторинга на водоемах-охладителях атомных электростанций / А. Л. Суздалева // Мониторинг и оптимизация природопользования : тез. докл. междунар. симп., Москва-Селигер. - Москва, 1996. - С. 105-107.

81. Совершенствование системы экологического мониторинга родников природного парка «Кумысная поляна» города Саратова на основе геоинформационного моделирования / Е. И. Тихомирова, Т. А. Маркина, С. В. Бобырев, Е. А. Николаева // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. - Том 18, № 2 (3). – С. 766-770.

82. Комплексный фоновый мониторинг окружающей природной среды в регионе озера Байкал / С. Г. Парамонов, Б. В. Пастухов, Л. В. Бурцева, А. П. Безделова // Географическое образование, наука и практика в Азиатской России : сб. тр. конф. (7-9 апр.2022 г., Улан-Удэ). - Улан-Удэ : Изд-во БГУ, 2022. - С. 51-57

83. Парамонов, С. Г. Комплексный фоновый мониторинг в биосферных заповедниках России: триумф или фиаско? / С. Г. Парамонов, Ю. А. Буйволов, С. А. Громов // Вопросы географии. - 2021. - № 152. - С. 101-134

84. Янченко, Н. И. Первый научно-исследовательский полевой семинар «Теоретические и практические аспекты исследования снежного покрова: Южный Байкал» / Н. И. Янченко, Ю. С. Букин, Баранов А. Н. // Снежный покров, атмосферные осадки, аэрозоли: технология, климат и экология : материалы Второй Байкальской Междунар. научно-практ. конф. – Иркутск : Иркутский нац. исслед. техн. ун-т, 2018. – С. 247–253.

85. ГОСТ Р 53009-2008. Системы экологического контроля и мониторинга. Общие руководящие указания по созданию, внедрению и обеспечению

функционирования на объектах по уничтожению химического оружия [Текст]. - Введ. 2009-06-01. – Москва : Стандартнформ, 2009. - 26 с.

86. ГОСТ Р 14.01-2005 Экологический менеджмент. Общие положения и объекты регулирования [Текст]. - Введ. 2008-01-01. – Москва : Стандартнформ, 2009. – 15 с.

87. Нечаев, И. В. Понятие «экологический мониторинг» в современном трансформирующемся обществе [Текст] / И. В. Нечаев, Т. В. Вергун, В. Лепихова, А. А. Земцева // Культура и общество: история и современность : материалы III Всерос. (с междунар. участием) науч.-практ. конф. / под ред. О. Ю. Колосовой, Т. В. Вергун, Р. Ф. Гударенко ; фил. Рос. гос. соц. ун-та в г. Ставрополь. - Ставрополь : АГРУС, 2014. - С. 120-124.

88. Об охране окружающей среды : федер. закон N 7-ФЗ : принят 10.01.2002 [Электронный ресурс]. – URL: Консультант Плюс [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34823/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/) (дата обращения: 17.01.2021).

89. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году» » [Электронный ресурс]. - URL: <https://gisdoklad-ecology.ru/2018/atmosfernyy-vozdukh/kachestvo-atmosfernogo-vozdukh/> (дата обращения: 19.01.2021).

90. Черногаева, Г. М. Мониторинг загрязнения окружающей среды в Российской Федерации: Организация наблюдений, обобщение и распространение информации [Текст] / Г. М. Черногаева, Ю. А. Малеванов, Л.Р. Журавлева // Фундаментальная и прикладная климатология. - 2015. – Т. – XXVI. - №2. С. - 128-138.

91. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в ... : ежегодник / Федер. служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (РОСГИДРОМЕТ) [и др.] ; ред. кол. В. М. Шершаков, В. Г. Булгаков, И. И. Крышев [и др.]. - Обнинск : Гидрометеоздат, 2020.

92. Об утверждении государственной программы Волгоградской области «Охрана окружающей среды на территории Волгоградской области» (ред. от

12.02.2019) : постановление правительства Волгогр. обл. от 4 декабря 2013 года № 686-п. [Электронный ресурс] // Электрон. фонд прав. и нормат.-техн. док. – URL: <https://gkh.volgograd.ru/other/tko/2.%20686-%D0%BF.pdf> (дата обращения: 17.01.2021).

93. ГОСТ Р 14.03-2005 Экологический менеджмент. Воздействующие факторы. Классификация [Текст]. – Москва : Стандартформ, 2008. – 20 с.

94. Волгоградский ЦГМС [Электронный ресурс]. - URL: <https://meteo34.ru/> (дата обращения: 11.05.2022).

95. Доклад о состоянии окружающей среды в Волгоградской области в 2018 году [Текст] / ред. колл.: В. Е. Сазонов, О. В. Горелов, В. Ю. Земцов [и др.]. – Ижевск : ООО «Принт», 2019. - 300 с.

96. Отчет о состоянии окружающей среды городского округа – город Волжский Волгоградской области в 2017 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://old.admvol.ru/MUP/podrobno.asp?id=7> (дата обращения: 19.02.2021).

97. Подпрограмма «Государственный экологический мониторинг» государственной программы Волгоградской области "Охрана окружающей среды на территории Волгоградской области", утвержденной постановлением Правительства Волгоградской области от 04.12.2013 № 686 [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/410802093/titles/13KL1A> (дата обращения: 19.02.2021).

98. О радиационной безопасности населения : федер. закон. № 3 от 09 января 1996 г. : принят Гос. Думой 5 декабря 1995 г. [Электронный ресурс] : URL: <https://www.consultant.ru/> (дата обращения: 19.02.2021).

99. Об обеспечении радиационной безопасности населения Волгоградской области : Закон Волгоградской области № 617-ОД от 30.10.2001 [Электронный ресурс] : URL: <https://docs.cntd.ru/document/804918246> (дата обращения: 13.05.2021).

100. Анисимова, С. В. Пылеочищающая роль зеленых насаждений в городе [Текст] / С. В. Анисимова, Н. В. Дмитренко, А. Н. Ведмидь // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. - 2010. - № 4. - С. 150-154.

101. Чернышенко, О. В. Пылефильтрующая способность древесных растений [Текст] / О. В. Чернышенко // Лесной вестник. - 2012. - № 3. - С. 7-10.

102. Агеева, Е. А. Оценка пылеудерживающей способности листьев деревьев и кустарников в насаждении г. Тюмени [Текст] / Е. А. Агеева, М. Н. Казанцева // Актуальные проблемы лесного хозяйства. - 2012. - № 31. - С. 88-91.

103. Глинянова, И. Ю. Оценка удельного загрязнения населенных пунктов с позиции экологического мониторинга аэрозольных частиц [Электронный ресурс] / И. Ю. Глинянова // Инженерный вестник Дона. - 2021. - № 2. (74) – С. 222-232. - URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2021/6817>. (дата обращения: 12.12.2022 г.).

104. Глинянова, И. Ю. Обеспечение экологической безопасности жилых зон населенных пунктов на основе мониторинга аэрозольных частиц [Электронный ресурс] / И. Ю. Глинянова // Инженерный Вестник Дона. - № 7. (79) - 2021. С. 366-376. - URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2021/7070> (дата обращения: 12.12.2022 г.).

105. Glinyanova, I. 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 [Text] / I. Glinyanova, V. Azarov // 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 / eds.: B. Yazyev [et al.]. – [IOP Publishing], 2019. - 7 p. DOI: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/698/7/077070/pdf>.

106. Assessing the Capacity of Plant Species to Accumulate Particulate Matter in Beijing, China [Text] / L. Mo, Z. Ma, Y. Xu [etc.] // Plos one. - 2015. - V. 10, issue. 10. - P. 8-18.

107. Quantifying PM<sub>2.5</sub> capture capability of greening trees based on leaf factors analyzing [Text] / D. Liang, C. Ma, Y. Wang [etc] // Environmental Science and pollution research. - 2016. - V. 23. - P. 21176-21186.

108. Popek, R. Particulate matter accumulation - further differences between native *Prunus padus* and non-native *P. serotina* [Text] / R. Popek, A. Lukowski, P. Karolewski // *Dendrobiology*. - 2017. - V. 78. - P. 85-95.

109. Quantifying the particulate matter accumulation on leaf surfaces of urban plants in Beijing, China [Text] / J. Shi, G. Zhang, H. An [etc.] // *Atmospheric pollution research*. - 2017. - V. 8, issue 5. - P. 836-842.

110. How Does Leaf Surface Micromorphology of Different Trees Impact Their Ability to Capture Particulate Matter? [Text] / W. Zhang, Z. Zhang, H. Meng [etc] // *Forests*. - 2018. - V. 9, issue 11. - article № 681.

111. Singh, S. Dust particles characterization and innate resistance for *Thevetia peruviana* in different land-use pattern of urban area [Text] / S. Singh, P. Bhattacharya, N. Gupta // *International journal of environmental science and technology*. - 2018. - V. 15, issue 5. - P. 1061-1072.

112. Spatial-Temporal Variability and Dust-Capture Capability of 8 Plants in Urban China [Text] / Y. Zha, Y. Shi, J. Tang [etc] // *Polish journal of environmental*. - 2019. - V. 28. - P. 453-462.

113. Przybysz, A. Removal of particulate matter and trace elements from ambient air by urban greenery in the winter season [Text] / A. Przybysz, G. Nersisyan, S. Gawronski // *Environmental science and Pollution research*. - 2019. - V. 26, issue 1. - P. 473-482.

114. Lukowski, A. Particulate matter on foliage of *Betula pendula*, *Quercus robur*, and *Tilia cordata*: deposition and ecophysiology [Text] / A. Łukowski, R. Popek, P. Karolewski // *Environmental science and Pollution research*. - 2020. - T.27, issue10. - P. 10296-10307. - DOI: 10.1007/s11356-020-07672-0.

115. Capacity of six shrub species to retain atmospheric particulates with different diameters [Text] / X. Sun, H. Li, X. Guo [etc] // *Environmental science and pollution research*. - 2018. - V.25, issue 3. - P. 2643-2650.

116. Quantification of the traffic-generated particulate matter capture by plant species in a living wall and evaluation of the important leaf characteristics [Text] / U. Weerakkody, J. Dover, P. Mitchell [etc.] // *Science of the total environment*. - 2018. - V. 635. - P. 1012-10-24.

117. Аистов, И. П. Защита атмосферы от промышленных выбросов: учеб. пособие [Текст] / И. П. Аистов. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2009. – 92 с.

118. Hassan, S. K. Characterization and Health Risk Assessment of Human Exposure to PAHs in Dust Deposited on Leaves of Street Trees in Egypt [Text] / S. Hassan, A. Mohammed, M. Khoder // Polycyclic aromatic compounds.- 2020. - Т. 40, issue 4. - P. 1013-1027. - DOI: 10.1080/10406638.2018.1517810.

119. Da Cunha, K. D. Exposure to mineral sands dust particles [Text] / Da Cunha K.D. C. V. Barros Leite, K. F. da Cunha // Nuclear instruments & methods in physics research section b-beam interactions with materials and atoms.- 2004.- Т. 217. - P. 649-656. - DOI: 10.1016/j.nimb.2003.12.036.

120. Size Distributions of Airborne Radionuclides from the Fukushima Nuclear Accident at Several Places in Europe [Text] / O. Masson, W. Ringer, H. Malá [etc.] // Environmental science & technology. - 2013. - V. 47, issue 19. - P. 10995-11003. - DOI: 10.1021/es401973c.

121. Ram, S. S. A Review on Air Pollution Monitoring and Management Using Plants With Special Reference to Foliar Dust Adsorption and Physiological Stress Responses [Text] / S. S. Ram, S. Majumder, P. Chaudhuri // Critical reviews in environmental science and technology. - 2015. - V. 45, issue 23. - P 2489-2522.

122. Mapping and Assessment of PM10 and O3 Removal by Woody Vegetation at Urban and Regional Level [Text] / L. Fusaro, F. Marando, A. Sebastiani [etc.] // Remote sensing. - 2017. - Vol. 9, No. 791. - DOI: 10.3390/rs9080791

123. Foliar nutrient and metal levels of crops in the Mount Cameroon area-reference values for plant nutrition and environmental monitoring [Text] / J. Franzaring, G. E. Mbaka, T. F Ambebe [etc.] // Environmental monitoring and assessment. - 2017. - V. 189, issue 4. - № article 186. - DOI: 10.1007/s10661-017-5896-4.

124. Cardoso-Gustavson, P. Tillandsia usneoides: A successful alternative for biomonitoring changes in air quality due to a new highway in Sao Paulo, Brazil [Text] / P. Cardoso-Gustavson, F. Fernandes, E. Alves // Environmental science and pollution research. - 2017. - Vol. 24. - P. 12015-12015. - DOI: 10.1007/s11356-015-5449-8.

125. *Delonix regia* and *Casuarina equisetifolia* as passive biomonitors and as bioaccumulators of atmospheric trace metals [Text] / E. Ukpebor, J. Ukpebor, E. Aigbokhan [etc] // *Journal of environmental sciences*. - 2010. - T. 22, issue 7. - P.1073-1079. - DOI: 10.1016/S1001-0742(09)60219-9.

126. PM10 oxidative potential at a Central Mediterranean Site: Association with chemical composition and meteorological parameters [Text] / M. C. Pietrogrande, I. Bertoli, G. Clauser [etc] // *Atmospheric environment*. - 2018. - T. 188. - P. 97-111.

127. Contamination levels and human health risk assessment of mercury in dust and soils of the urban environment, Vanadzor, Armenia [Text] / L. Sahakyan, M. Kafyan // *Atmospheric pollution research*. - 2019. - V. 10, issue 3. - P. 808-816. - DOI: 10.1016/j.apr.2018.12.009

128. Morphological Traits Influence the Uptake Ability of Priority Pollutant Elements by *Hypnum cupressiforme* and *Robinia pseudoacacia* Leaves [Text] / F. Capozzi, A. Di Palma, S. M. Correntino [etc] // *Atmosphere*. - 2020. - T. 11, issue 2. - DOI: 10.3390/atmos11020148.

129. The alpine meadow around the mining areas on the Qinghai-Tibetan Plateau will degenerate as a result of the change of dominant species under the disturbance of open-pit mining [Text] / X. Y. Hou, S. L. Liu, S. Zhao [etc] // *Environmental pollution*. - 2019. - V. 254. - DOI: 10.1016/j.envpol.2019.113111.

130. Preliminary review of mine air pollution in Zambia [Text] / P. Mwaanga., M. Silondwa, G. Kasali [etc] // *Heliyon*. - 2019. - V. 5, issue 9. - DOI: 10.1016/j.heliyon.2019.e02485.

131. Biomonitoring of metal levels in urban areas with different vehicular traffic intensity by using *Araucaria heterophylla* needles [Text] / K. Alexandrino, F. Viteri, Y. Rybarczyk [etc] // *Ecological Indicators*. - 2020. - T. 117. - DOI: 10.1016/j.ecolind.2020.106701.

132. Magnetic biomonitoring of atmospheric dust using tree leaves of *Ficus benamina* in Queretaro (Mexico) [Text] / A. G. Castañeda-Miranda, M. Chaparro, A. Pacheco-Castro [etc] // *Environmental monitoring and assessment*. - 2020. - T. 192, issue 6. - DOI: 10.1007/s10661-020-8238-x.

133. Air quality biomonitoring of trace elements in the metropolitan area of Huancayo, Peru using transplanted *Tillandsia capillaris* as a biomonitor [Text] / A. R. H. De La Cruz, R. F. O. Ayuque, R. W. H. De La Cruz [etc] // *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*. - 2020. - T. 92, issue 1. - DOI: 10.1590/0001-3765202020180813.
134. Levels, spatial distribution, and source identification of airborne environmentally persistent free radicals from tree leaves [Text] / C. Wang, Y. Huang, Z. Zhang, Z. Cai // *Environmental pollution*. - 2020. - T. 257. - DOI: 10.1016/j.envpol.2019.113353.
135. Accumulation of particulate matter and trace elements on vegetation as affected by pollution level, rainfall and the passage of time [Text] / A. Przybysz, A. Saebo, H. Hanslin [etc.] // *Science of the total environment*. - 2014. - V. 481. - P. 360-369.
136. Cai, M. Particulate matter transported from urban greening plants during precipitation events in Beijing, China [Text] / M. Cai, C. Mengfan, X. Zhongbao [etc] // *Environmental pollution*. - 2019. - T. 252. - P. 1648-1658. - DOI: 10.1016/j.envpol.2019.06.119.
137. Dynamic analysis of retention PM<sub>2.5</sub> by plant leaves in rainfall weather conditions of six tree species [Text] / J. Luo, Y. Niu, Y. Zhang [etc] // *Energy sources part a-recovery utilization and environmental effects*. - 2019. - T.42, issue 8. - P.1014-1025. - DOI: 10.1080/15567036.2019.1602212.
138. Janhall S. Review on urban vegetation and particle air pollution - Deposition and dispersion [Text] // *Atmospheric environment*. - 2015. - V. 105. - P. 130-137.
139. Popek, R. Accumulation of particulate matter, heavy metals, and polycyclic aromatic hydrocarbons on the leaves of *Tilia cordata* Mill. in five Polish cities with different levels of air pollution [Text] / R. Popek, A. Lukowski, C. Bates // *International journal of phytoremediation*. - 2017. - V. 19, issue 12. - P. 1134-1141.
140. Pace, R. Deposition and Resuspension Mechanisms Into and From Tree Canopies: A Study Modeling Particle Removal of Conifers and Broadleaves in Different Cities [Text] / R. Pace, R. Grote // *Frontiers in forests and global change*. - 2020. - T. 3. - DOI: 10.3389/ffgc.2020.00026.

141. Kapoor, C. S. Efficient control of air pollution through plants, a cost-effective alternative: studies on *Dalbergia sissoo* Roxb [Text] / C. S. Kapoor, B. R. Bamniya, K. Kapoor // *Environmental monitoring and assessment*. - 2013. - V. 185, issue 9. - P. 7565-7580.

142. Совершенствование системы экологической безопасности городской среды: практический опыт использования фитомодулярного показателя [Текст] / И. Ю. Глинянова, В. Н. Азаров, В. Н. Городничая [и др.] // *Экология урбанизированных территорий*. - 2019. - № 1. - С. 6-10.

143. Woody Plants Area Estimation Using Ordinary Satellite Images and Deep Learning / I. Glinyaynova, A. Golubev, N. Sadovnikova [et al.] // *Digital Transformation and Global Society : 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. – P. 302-313. – URL : [https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-030-02843-5\\_24.pdf](https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-030-02843-5_24.pdf). – DOI: 10.1007/978-3-030-02843-5\_24. (Book Ser.: *Communications in Computer and Information Science* ; vol. 858).

144. ГОСТ Р 58875-2020. «Зеленые» стандарты. Озеленяемые и эксплуатируемые крыши зданий и сооружений. Технические и экологические требования [Электронный ресурс] : утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 28.05.2020 N 245-ст ; дата введения 01.06.2020. – URL: КонсультантПлюс. Проф. Версия (дата обращения: 20.01.2021).

145. Фитомониторинг и промышленный эко-фитодизайн: новый подход в обеспечении экологической безопасности городской среды [Текст] / И. Ю. Глинянова, В. Н. Азаров, В. Н. Городничая [и др.] // *Социология города*. - 2018. - № 3. - С. 83-93.

146. Выпова, А.А. Экологическая роль зеленых насаждений в создании оптимальной городской среды [Текст] / И.В. Киричкова // *E-SCIO.2020. №4 (43)*. С.387-397.

147. Глинянова, И. Ю. Экологическая оценка состояния окружающей среды г. Волгограда с позиции исследований флуктуирующей асимметрии листовых

пластинок березы повислой и сирени обыкновенной [Текст] / И. Ю. Глинянова, М. М. Ботнаръ // Международный научный журнал "Альтернативная энергетика и экология". - 2013. - № 11 (133). - С. 29-32.

148. Lippmann, M. Human health: Effects of ambient air particulate matter. Acid Rain: Are the Problems Solved? [Text] / M. Lippmann // Conference Proceedings. - 2003. - V. 2. – P. 83-92.

149. Murine models of COPD [Text] / G. G. Brusselle, K. R. Bracke, T. Maes [etc.]. Pulmonary Pharmacology & Therapeutics. – 2006. – V. 19. - P. 155-165.

150. Saeedi, A: Effects of Long-term Exposure to Hydrogen Sulfide on Human Red Blood Cells [Text] / A. Saeedi, A. Najibi, A. Mohammadi-Bardbori // International Journal of Occupational and Environmental Medicine. – 2015. –V. 6. - P. 20-25.

151. Hydrogen sulfide (H<sub>2</sub>S) and sour gas effects on the eye. A historical perspective [Text] / T. W. Lambert, V. M. Goodwin, D. Stefani, L. Strosher // Science of the Total Environment. – 2006. – V. 367. P. 1-22.

152. Озерская, И. В. Факторы, влияющие на состояние цилиарного эпителия и мукоцилиарный клиренс [Текст] / И. В. Озерская, Н. А. Геппе // Эффективная фармакотерапия. Пульмонология и оториноларингология. – 2011. - № 2. - С. 24-28.

153. Магомедов, М. М. Кислотно-основное равновесие и мукоцилиарный клиренс в полости носа при хроническом рините и воспалительных заболеваниях ОНП [Текст] / М. М. Магомедов, Г. М. Магомедов // Вестник Оториноларингологии. – 2013. - № 2. – С. 43-45.

154. Comparison of Buffered and Nonbuffered Nasal Saline Irrigations in Treating Allergic Rhinitis [Text] / S. Chusakul, S. Warathanasin, N. Suksangpanya [etc] // Laryngoscope. - 2013. - V. 123, issue 1. – P. 53-56. - DOI:10.1002/lary.23617.

155. Expression and activity of pH-regulatory glutaminase in the human airway epithelium [Text] / J. Hunt, E. Erwin, L. Palmer [etc] // American journal of respiratory and critical care medicine. - 2002. - V. 165, issue 1. - P. 101-107. - DOI:10.1164/ajrccm.165.1.2104131.

156. Miric, M. Risk of acute bronchospasm and bronchial hyperreactivity from inhaled acid aerosol in healthy subjects: Randomized, double-blind controlled trial [Text] / M. Miric // Croatian medical journal. - 2004. - V. 45, issue 6. - P. 709-714.

157. Sulfite oxidase activity in rat nasal tissue and pathological responses to inhalation of sulfur-oxides [Text] / I. Beckspeier, W. G. Kreyling, G. B. Luippold, J.J. Godleski [etc] // *Journal of aerosol science*. - 1990. - V. 21. - P. 463-466. - DOI:10.1016/0021-8502(90)90281-2.

158. Atzori, L. Sodium metabisulfite and citric acid induce bronchoconstriction via a sulfite-sensitive pathway in the isolated guinea pig lung [Text] / L. Atzori // *Respiration*. - V. 64, issue 2. - P. 145-151.

159. Глинянова, И. Ю. Скрытые источники природного загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсной пылью как проблема экологической безопасности в населенных пунктах: методологический аспект [Текст] / И. Ю. Глинянова, В. Т. Фомичев // *Биосферная совместимость: человек, регион, технологии*. - 2020. - № 2 (30). - С. 3-60. DOI: 10.21869/2311-1518-2020-30-2-3-59.

160. Глинянова, И. Ю. Биомониторинг пылевидных частиц и оценка загрязнения окружающей среды [Текст] / И. Ю. Глинянова ; Волгогр. гос. техн. ун-т. – Волгоград : Изд-во ВолГТУ, 2021. – 140 с.

161. New Insights from Zinc and Copper Isotopic Compositions into the Sources of Atmospheric Particulate Matter from Two Major European Cities [Text] / R. Ochoa Gonzalez, S. Strekopytov, F. Amato [etc.] // *Environmental science & technology*. - 2016. - V. 50, issue 18. - P. 9816-9824. - DOI: 10.1021/acs.est.6b00863.

162. Source apportionment and environmental fate of lead chromates in atmospheric dust in arid environments [Text] / D. Meza-Figueroa, B. González-Grijalva, F. M. Romero, J. Ruiz // *Science of the total environment*. - 2018. - V. 630. - P. 1596-1607. - DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.02.285.

163. Spatial Distributions, Sources, Potential Risks of Multi-Trace Metal/Metalloids in Street Dusts from Barbican Downtown Embracing by Xi'an Ancient City Wall (NW, China) [Text] / X. P. Li, B. Liu, Y. Zhang [etc] // *International journal of environmental research and public health*. - 2019. - V. 16, issue. 16. - DOI: 10.3390/ijerph16162992.

164. Characterization of road dust and resuspended particles close to a busy road of Venice mainland (Italy) [Text] / G. Valotto, D.Zannoni, P. Guerriero, G. Rampazzo //

International journal of environmental science and technology. - 2019. - V. 11, issue 11. - P. 6513-6526. - DOI: 10.1007/s13762-019-02246-1.

165. How aging process changes characteristics of vehicle emissions? A review [Text] / H. Liu, L. J. Qi, C.-S. Liang, D. Fanyuan // Critical reviews in environmental science and technology. - 2019. DOI: 10.1080/10643389.2019.1669402.

166. Main components of PM10 in an area influenced by a cement plant in Catalonia, Spain: Seasonal and daily variations [Text] / J. Rovira, J. Sierra, M. Nadal [etc] // Environmental research. - 2018. - V. 165. - P. 201-209. - DOI: 10.1016/j.envres.2018.04.010.

167. Intra-Urban Levels, Spatial Variability, Possible Sources and Health Risks of PM2.5 Bound Phthalate Esters in Xi'an [Text] / J. Wang, Z. Dong, X. Li [etc] // Aerosol and air quality research. - 2018. - V. 18, issue 2. - P. 485-496. - DOI: 10.4209/aaqr.2017.09.0333.

168. Liberda, E. N. An evaluation of the toxicological aspects and potential doses from the inhalation of coal combustion products [Text] / E. N. Liberda, L.C. Chen // Journal of the air & waste management association. - 2013. - V. 63, issue 6. - P. 671-680. - DOI: 10.1080/10962247.2013.777374.

169. Sun L.M. [etc] Contribution of heavy metals to toxicity of coal combustion related fine particulate matter (PM2.5) in *Caenorhabditis elegans* with wild-type or susceptible genetic background [Text] / L. Sun, Q. Wu, K. Liao, P. Yu // Chemosphere. - 2016. - V. 144. - P. 2392-2400. - DOI: 10.1016/j.chemosphere.2015.11.028.

170. Effects of Particulate Matter of Various Sizes Derived from Suburban Farmland, Woodland and Grassland on Air Quality of the Central District in Tianjin, China [Text] / L. Chen, J. C. Gao, Y. Q. Ji [etc] // Aerosol and air quality research. - 2014. - V. 14, issue 3. - P. 829-839. - DOI: 10.4209/aaqr.2012.12.0365.

171. Understanding atmospheric aerosol particles with improved particle identification and quantification by single-particle mass spectrometry [Text] / X. Shen, H. Saathoff, W. Huang [etc] // Atmospheric measurement techniques. - 2019. - V. 12, issue 4. - P. 2219-2240. - DOI: 10.5194/amt-12-2219-2019.

172. Contamination levels and human health risk assessment of mercury in dust and soils of the urban environment, Vanadzor, Armenia [Text] / L. Sahakyan, G.

Tepanosyan, N. Maghakyan [etc] // Atmospheric pollution research. - 2019. - V. 10, issue 3. - P. 808-816. - DOI: 10.1016/j.apr.2018.12.009.

173. Weerakkody U., Dover J.W., Mitchell P., Reiling K. Particulate matter pollution capture by leaves of seventeen living wall species with special reference to rail-traffic at a met-ropolitan station [Text] / U. Weerakkody, J. W. Dover, P. Mitchell, K. Reiling // Urban forestry & urban greening. - 2017. - V. 27. - P. 173-186. - DOI: 10.1016/j.ufug.2017.07.005.

174. Feasibility Study on the Application of Basic Oxygen Furnace (BOF) Steel Slag for Railway Ballast Material [Text] / T. Koh, S. W. Moon, H. Jung, Y. Jeong // Sustainability. - 2018. - V. 10, issue 2. - DOI: 10.3390/su10020284.

175. Li, D. Y. Spatial Characteristics of Heavy Metals in Street Dust of Coal Railway Transportation Hubs: A Case Study in Yuanping, Chi-na [Text] / D. Y. Li, Y. L. Liao // International journal of environmental research and public health. - 2018. - V. 15, issue 12. - DOI: 10.3390/ijerph15122662.

176. Hapke, W.B. Contaminant Concentrations in Sediments, Aquatic Invertebrates, and Fish in Proximity to Rail Tracks Used for Coal Transport in the Pacific Northwest (USA): A Baseline Assessment [Text] / W. B. Hapke // Archives of environmental contamination and toxicology. - 2019. - V. 77, issue 4. - P. 549-574. - DOI: 10.1007/s00244-019-00667-0.

177. Kirichenko, A. V. Dust prevention in bulk material transportation and handling [Text] / A. V. Kirichenko, A. L. Kuznetsov<sup>1</sup>, V. A. Pogodin // IOP Conference Series-Earth and Environmental Science. - IOP Publishing Ltd 2017. - V. 87. - DOI: 10.1088/1755-1315/87/6/062008.

178. Chemical composition and redox activity of PM<sub>0.25</sub> near Los Angeles International Airport and comparisons to an ur-ban traffic site [Text] / F. Shirmohammadi, C. Lovett, M. H. Sowlat [etc] // Science of the total environment. - 2018. - V.610. - P. 1336-1346. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.08.239.

179. Elemental characterization of general aviation aircraft emissions using moss bags [Text] / E. T. Turgut, E. O. Gaga, G. Jovanović [etc] // Environmental science and pollution research. - 2019. - V. 26, issue 26. - P. 26925-26938. - DOI: 10.1007/s11356-019-05910-8.

180. Pro-inflammatory responses to PM<sub>0.25</sub> from airport and urban traffic emissions [Text] / R. W. He, F. Shirmohammadi, M. E. Gerlofs-Nijland [etc] // Science of the total environment. - 2018. - V. 640. - P. 997-1003. - DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.05.382.

181. Source Apportionment of PM<sub>10</sub> at an Urban Site of a South Asian Mega City [Text] / I. Shahid, M. U. Alvi, M.Z. Shahid [etc] // Aerosol AND air quality research. - 2018. - V. 18, issue 9. - P. 2498-2509. - DOI: 10.4209/aaqr.2017.07.0237.

182. Temporal variations of fine and coarse par-ticulate matter sources in Jeddah, Saudi Arabia [Text] / C. C. Lim, G. D. Thurston, M. Shamy, [etc] // Journal of the air & waste management association. - 2018. - V. 68, issue 2. - P. 123-138. - DOI: 10.1080/10962247.2017.1344158.

183. Hao, H. Z. Spatial and temporal characteristics of PM<sub>2.5</sub> and source apportionment in Wuhan [Text] / H. Z. Hao, Q. Q. Guo // International conference on energy engineering and environmental protection (EEEP2017). - 2018. - V. 121. - DOI: 10.1088/1755-1315/121/3/032019.

184. Occurrence, Distribution and Risk Assessment of Mercury in Multimedia of Soil-Dust-Plants in Shanghai, China [Text] / Y. Z. Liu, S. S. Song, C. J. Bi [etc] // International journal of environmental research and public health. - 2019. - V. 16, issue 17. - DOI: 10.3390/ijerph16173028.

185. Ecological and health risk assessment of exposure to atmospheric heavy metals [Text] / A. Gholizadeh, M. Taghavi, A. Moslem [etc] // Ecotoxicology and environmental safety. - 2019. - V. 184. - DOI: 10.1016/j.ecoenv.2019.109622.

186. Organic pollutants, nano- and micro-particles in street sweeping road dust and washwater [Text] / M. Polukarova, A. Markiewicz, K. Björklund [etc] // Environment international. - 2020. - V. 135. - DOI: 10.1016/j.envint.2019.105337.

187. Timofeev, I. Contamination of soils by potentially toxic elements in the impact zone of tungsten molybdenum ore mine in the Baikal region: A survey and risk assessment [Text] / I. Timofeev, N. Kosheleva, N. Kasimov // Science of the total environment. - 2018. - V. 642. - P. 63-76. - DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.06.042.

188. The alpine meadow around the mining areas on the Qinghai-Tibetan Plateau will degenerate as a result of the change of dominant species under the disturbance of

open-pit mining [Text] / X. Y. Hou, S. L. Liu, S. Zhao [etc] // Environmental pollution. - 2019. - V. 254. - DOI: 10.1016/j.envpol.2019.113111.

189. New comprehensive approach for airborne as-bestos characterisation and monitoring [Text] / M. Klan, P. Pokorna D. Havlíček [etc] // Environmental science and pollution research. - 2018. - V. 25, issue 30. - P. 30488-30496. - DOI: 10.1007/s11356-018-2791-7.

190. Mercury and other trace metals in the season-al snowpack across the subarctic taiga-tundra ecotone, Northwest Territo-ries, Canada [Text] / C. Zdanowicz, J. Zheng, E. Klimenko, P. M. Outridge // Applied geochemistry. - 2017. - V. 82. - P. 63-78. - DOI: 10.1016/j.apgeochem.2017.04.011.

191. Estimating the Causal Impact of Proximity to Gold and Copper Mines on Respiratory Diseases in Chilean Children: An Application of Targeted Maximum Likelihood Estimation [Text] / R. Herrera, U. Berger, O. S.von Ehrenstein [etc] // International journal of environmental research and public health. - 2018. - V. 15, issue 1. - DOI: 10.3390/ijerph15010039.

192. Preliminary review of mine air pollution in Zambia [Text] / P. Mwaanga, M. Silondwa, G. Kasali [etc] // Heliyon. - 2019. V. 5, issue 9. - DOI: 10.1016/j.heliyon.2019.e02485.

193. Health risk apportionment of arsenic from mul-tiple exposure pathways in Paracatu, a gold mining town in Brazil [Text] / J. C. Ng, V.Ciminelli, M. Gasparon, C. Caldeira // Science of the total environment. - 2019. - V. 673. - P. 36-43. - DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.04.048.

194. A Review on the Status of Mercury Pollution in Pakistan: Sources and Impacts [Text] / W. Ali, M. Junaid, M. Wajahat A. K. Ali // Archives of environmental contamination and toxicology. - 2019. - V. 76, issue 4. - P. 519-527. - DOI: 10.1007/s00244-019-00613-0.

195. Air quality modelling for prediction of dust concentrations in iron ore mines of Saranda region, Jharkhand, India [Text] / S. K. Chaulya, R. Trivedi, A. Kumar [etc] // Atmospheric pollution research. - 2019. - V. 10, issue 3. - P. 675-688. - DOI: 10.1016/j.apr.2018.11.005.

196. Reducing Lead and Silica Dust Exposures in Small-Scale Mining in Northern Nigeria [Electronic resource] / P. Gottesfeld, S. Tirima, S. M. Anka [etc] // Annals of work exposures and health. - 2019. - V. 63, issue 1. - P. 1-8. - DOI: 10.1093/annweh/wxy095.

197. Metalliferous Mine Dust: Human Health Impacts and the Potential Determinants of Disease in Mining Communities [Text] / J. A. Entwistle, A. S. Hursthouse, A. Reis, A. G. Stewart // Current pollution reports. - 2019. - V. 5, issue 3. - P. 67-83. - DOI: 10.1007/s40726-019-00108-5.

198. Telichenko, V. Method of statistical data processing safety ecological monitoring combined heat and power station in the megalopolis territory / V. Telichenko, M. Slesarev, T. Kuzovkina // MATEC Web of Conferences 2016 (IPICSE-2016) : conference paper. - EDP Sciences, 2016. - Vol. 86. - DOI: 10.1051/matecconf/20168605006

199. Быков, Д. Е. Схемы определения объема диагностического мониторинга взрывоопасных производств / Д. Е. Быков, Ю. И. Стеблев, Н. В. Гвоздева // Экологический Вестник России. - 2011. - № 1. - С. 24-27.

200. Янченко, Н. И. Совершенствование мониторинга компонентов выбросов производства первичного алюминия в снежном покрове / Н. И. Янченко, А. П. Суходолов, С. Л. Слуцкий. - // Metallurg. - 2015. - № 3. - С. 15-19 : 4 рис. - Библиогр.: с. 19 (8 назв. ). - ISSN 0202-3776

201. Экологический мониторинг в районах угледобычи / Ю. А. Манаков, А. Н. Куприянов, К. С. Голохваст [и др.] ; отв. ред. А. Н. Куприянов ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние ; ФИЦ угля и углехимии [ и др.]. – Новосибирск : Аккад. изд-во «Гео», 2017. – 208 с.

202. Characterisation and liberation of chromium from fine ferrochrome waste materials [Text] / Y. V. Staden, J. P. Beukes., P. G. van Zyl [etc] // Minerals engineering. – 2013. - V. 56. - P. 112-120. - DOI: 10.1016/j.mineng.2013.11.004.

203. Provenance and environmental risk of windblown materials from mine tailing ponds, Murcia, Spain [Text] / H. Khademi, A. Abbaspour, S. Martínez [etc] // Environmental pollution. - 2018. - V. 241. - P. 432-440. - DOI: 10.1016/j.envpol.2018.05.084.

204. Nkosi, V. Indoor and outdoor PM10 levels at schools located near mine dumps in Gauteng and North West Provinces, South Africa [Text] / V. Nkosi, J. Wichmann, K. Voyi // BMC public health. - 2017. - V. 17. - DOI: 10.1186/s12889-016-3950-8.

205. Maseki, J. Health risk posed by enriched heavy metals (As, Cd, and Cr) in airborne particles from Witwatersrand gold tailings [Text] / J. Maseki, H. J. Annegarn, G. Spiers // Journal of the southern african institute of mining and metallurgy. - 2017. - V. 117, issue 7. - P. 663-669. - DOI: 10.17159/2411-9717/2017/v117n7a8.

206. Rusibamayila, M. Respiratory Impairment and Personal Respirable Dust Exposure among the Underground and Open Cast Gold Miners in Tanzania [Text] / M. Rusibamayila, E. Meshi, S. Mamuya // Annals of global health. - 2018. - V. 84, issue 3. - P. 419-428. - DOI: 10.29024/aogh.2323.

207. Andraos, C. Ambient PM10 and Respirable Dust Levels Near Gold Mine Tailings Storage Facilities in South Africa [Text] / C. Andraos, K. Dekker, M. Gulumian [etc] // CLEAN-SOIL AIR WATER. - 2019. - V. 47, issue 2. - DOI: 10.1002/clen.201800103.

208. Andraos, C. Exceedance of environmental exposure limits to crystalline silica in communities surrounding gold mine tailings storage facilities in South Africa [Text] / C. Andraos, W. Utembe, M. Gulumian // Science of the total Environment. - 2018. - V. 619. - P. 504-516. - DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.11.135

209. Mechanisms of low-temperature vapor-gas streams formation from sulfide mine waste [Electronic resource] / S. Bortnikova, N. Yurkevich, A. Devyatova [etc] // Science of the total environment. - 2019. - V. 647. - P. 411-419. - DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.08.024.

210. Lamorena-Lim, R. B. Chemical Characterization and Behavior of Respirable Fractions of Indoor Dusts Collected Near a Landfill Facility [Text] / R. B. Lamorena-Lim, C. M. F. Rosales // Science diliman. - 2016. - V. 28, issue 1. - P. 17-33.

211. Peter, A. E. Comprehensive analysis of inhalable toxic particulate emissions from an old municipal solid waste dumpsite and neighborhood health risks [Text] / A. E. Peter, S. S. Nagendra, I. M. Nambi // Atmospheric pollution research. - 2018. - V. 9, issue 6. - P. 1021-1031. - DOI: 10.1016/j.apr.2018.03.006.

212. Nair, A.T. Emerging perspectives on VOC emissions from landfill sites: Impact on tropospheric chemistry and local air quality [Text] / A.T. Nair, J. Senthilnathan, S. M. S. Nagendra // *Process safety and environmental protection*. - 2019. - V. 121. - P. 143-154. - DOI: 10.1016/j.psep.2018.10.026.

213. Ковригин, А. А. Экологический мониторинг атмосферы вблизи полигона «Саларьево» / А. А. Ковригин, М. Ю. Слесарев // *Вестник МГСУ*. - 2022. - Т. 17, Вып. 5. - С. 589–602. - DOI: 10.22227/1997-0935.2022.5.589-602.

214. Particulate matter and particulate-bound mercury in a heavily polluted site related to ancient mining and metallurgy: a proposal for dry deposition modeling based on micrometeorological conditions [Text] / J. Esbrí, M., C. Izquierdo, A. Martínez-Coronado [etc] // *Environmental science and pollution research*. - 2018. - V. 25, issue 35. - P. 35312-35321. - DOI: 10.1007/s11356-018-3470-4.

215. Atmospheric dust deposition on soils around an abandoned fluorite mine (Hammam Zriba, NE Tunisia) [Text] / C. Djebbi, F. Chaabani, O. Font [etc] // *Environmental Research*. - 2017. - V. 158. - P.153-166. - DOI: 10.1016/j.envres.2017.05.032.

216. Literathy, P. Pollution potential of oil-contaminated soil on groundwater resources in Kuwait [Text] / P. Literathy, M. Quinn, M. Al-Rashed // *Water science and technology*. - 2003. - Т. 47. - P. 259-265.

217. Stabilization/solidification of munition destruction waste by asphalt emulsion [Text] / M. Cervinkova, M. Vondruska, V. Bednarik [etc] // *Journal of hazardous materials*. - 2007. - V. 142, issue 1-2. - P. 222-226. - DOI: 10.1016/j.jhazmat.2006.08.007.

218. Elbagermi, M. A. Monitoring of Heavy Metals Content in Soil Collect-ed from City Centre and Industrial Areas of Misurata, Libya [Text] / M. A. Elbagermi, H. G. M. Edwards, A. I. Alajtal // *International journal of analytical chemistry*. - 2013. - DOI: 10.1155/2013/312581.

219. Durakovic, A. Medical Effects of a Transuranic "Dirty Bomb" [Text] / A. Durakovic // *Military medicine*. - 2017. - V. 182, issue 3-4. - P. E1591-E1595. - DOI: 10.7205/MILMED-D-16-00256.

220. Culturability of *Bacillus* spores on aero-sol collection filters exposed to airborne combustion products of Al, Mg, and B center dot Ti [Text] / A. Adhikari, M. Yermakov, R. Indugula [etc] // Environmental research. - 2016. - V. 147. - P. 212-217. - DOI: 10.1016/j.envres.2016.02.012.

221. Near-field dust exposure from cotton field tilling and harvesting [Text] / A. L. Hiscox, D. R. Miller, B. A. Holmen [etc] // Journal of environmental quality. - 2008. - V. 37, issue 2. - P. 551-556. - DOI: 10.2134/jeq2006.0408.

222. Sharratt, B. Nitrogen loss from windblown agricultural soils in the Columbia Plateau [Text] / B. Sharratt, L. Strom // Aeolian research. - 2015. - V.18. - P. 47-53. - DOI: 10.1016/j.aeolia.2015.06.002

223. Lopez, E. G. Polarization Lidar Detection of Agricultural Aerosol Emissions [Text] / E. G. Lopez, F. Rocadenbosch // Journal of sensors. - 2018. - V. 2. - DOI: 10.1155/2018/1864106.

224. Chemical composition of windblown dust emitted from agricultural soils amended with biosolids [Text] / H. W. Pi, B. H. P. Sharratt, W. F. Schillinger [etc] // Aeolian research. - 2018. - V. 32. - P. 102-115. - DOI: 10.1016/j.aeolia.2018.02.001.

225. Experimental investigation of vegetative environment buffers in reducing particulate matters emitted from ventilated poultry house [Text] / L. Guo, S. L. Ma, D. Zhao, [etc] // Journal of the air & waste management association. - 2019. - V. 69, issue 8. - P. 934-943. - DOI: 10.1080/10962247.2019.1598518.

226. Hinz, T. Fine dust emissions from layer houses - results of a perennial field study [Text] / T. Hinz, T. Winter, S. Linke // Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft. - 2014. - V. 74, issue 11-12.

227. Bolles, K. Meteorological catalysts of dust events and particle source dynamics of affected soils during the 1930s Dust Bowl drought, Southern High Plains, USA [Text] / K. Bolles, M. Sweeney, S. Forman // Anthropocene. - 2019. - V. 27. - DOI: 10.1016/j.ancene.2019.100216.

228. Du, H. Q. Wind erosion changes induced by different grazing intensities in the desert steppe, Northern China [Text] / H. Q. Du., X. A. Zuo, S. Li // Agriculture ecosystems & environment. - 2019. - V. 274. - P. 1-13. - DOI: 10.1016/j.agee.2019.01.001.

229. Lab-scale evaluation of aerated burial concept for treatment and emergency disposal of infectious animal carcasses [Text] / J. A. Koziel, H. Ahn, T. D. Glanville [etc] // Waste management. - 2018. - V. 76. - P. 715-726. - DOI: 10.1016/j.wasman.2018.03.009.

230. Data evidencing slow anaerobic digestion in emergency treatment and disposal of infectious animal carcasses [Text] / J. A. Koziel, H. Ahn, T. D. Glanville [etc] // Data in brief. - 2019. - V. 22. - P. 227-233. - DOI: 10.1016/j.dib.2018.12.001.

231. PM<sub>2.5</sub> Associated PAHs and Inorganic Elements from Combustion of Biomass, Cable Wrapping, Domestic Waste, and Garbage for Power Generation [Text] / Z. Li, Y. Wang, S. Guo [etc] // Aerosol and air quality research. - 2019. - V. 19, issue 11. - P. 2502-2517. - DOI: 10.4209/aaqr.2019.10.0495.

232. Dispersal in microbes: fungi in indoor air are dominated by outdoor air and show dispersal limitation at short distances [Text] / R. I. Adams, M. Miletto, J. W. Taylor, T. D. Brun // ISME journal. - 2013. - V. 7, issue 7. - P. 1262-1273. - DOI: 10.1038/ismej.2013.28.

233. Spatio-Temporal Variations of Indoor Bioaerosols in Different Socio-Economic Zones of an Urban Metropolis [Text] / P. Balyan, C. Ghosh, S. Das, B. D. Banerjee // Polish journal of environmental studies. - 2019. - V. 28, issue 6. - P. 4087-4097. - DOI: 10.15244/pjoes/81272.

234. Characteristics of airborne bacteria and fungi in the atmosphere in Ho Chi Minh city, Vietnam - A case study over three years [Text] / V. Duc, T. Hoang, N. T. Hung, N. Minh // International biodeterioration & biodegradation. - 2019. - V. 145. - DOI: 10.1016/j.ibiod.2019.104819.

235. Pan, Y.Y. Structural Characteristics and Functional Implications of PM<sub>2.5</sub> Bacterial Communities During Fall in Beijing and Shanghai, China [Text] / Y. Pan, X. Pan, H. Xiao, H. Xiao // Frontiers in microbiology. - 2019. - V. 10. - DOI: 10.3389/fmicb.2019.02369.

236. Community Structure Variation Associated with airborne particulate matter at central south of China during hazy and nonhazy days [Text] / R. L. Yu, S. Wang, X. Wu, S. Li // Atmospheric pollution research. - 2019. - V. 10, issue 5. - P. 1536-1542. - DOI: 10.1016/j.apr.2019.05.002.

237. Evaluating the colonization and distribution of fungal and bacterial bio-aerosol in Rajkot, western India using multi-proxy approach [Text] / C. Humbal, S. K. Joshi, U. K. Trivedi, S. Gautam // Air quality atmosphere and health. - 2019. - V. 12, issue 6. - P. 693-704. - DOI: 10.1007/s11869-019-00689-6.

238. Temporal-spatial variations of fungal composition in PM<sub>2.5</sub> and source tracking of airborne fungi in mountainous and ur-ban regions [Text] / Y. Qi, Y. Li., W. Xie [etc] // Science of the total environment. - 2020. - V. 708. - DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.135027.

239. Particulate matters and bioaerosols during Middle East dust storms events in Ilam, Iran [Text] / A. Amarloei, M. Fazlzadehdavilb, A. J. Jafari [etc] // Microchemical journal. - 2020. - V. 152. - DOI: 10.1016/j.microc.2019.104280.

240. Biomass burning and fungal spores as sources of fine aerosols in Yangtze River Delta, China - Using multiple organic tracers to understand variability, correlations and origins [Text] / J. Xu, C. Jia, J. He, H. Xu [etc] // Environmental pollution. - 2019. - V. 251. - P. 155-165. - DOI: 10.1016/j.envpol.2019.04.090.

241. Herbert A. Zook. Spacecraft Measurements of the Cosmic Dust Flux [Text] / Herbert A. Zook // Accretion of Extraterrestrial Matter Throughout Earth's History // Bernhard Peucker-Ehrenbrink, Birger Schmitz. - Springer US, 2001-01-01. - P. 75-92. - ISBN 9781461346685, 9781441986948. - doi:10.1007/978-1-4419-8694-8\_5.

242. Максименко, О. Тайны особой субстанции [Текст] / О. Максименко // Вокруг света. - 2005. - № 9. - С. 108-117. - ISSN 0321-0669.

243. Хисина, Н. Р. Микроструктура, наноминералогия и локальная химия криптокристаллических космических сферул [Текст] / Н. Р. Хисина, Д. Д. Бадюков, Р. Вирт // Геохимия. - 2016. - № 1. - С. 78-88.

244. Бадюков, Д. А. Микрометеориты [Текст] / Д. А. Бадюков // Минералы: строение, свойства, методы исследования. - 2010. - № 2. - С. 21.

245. Снежный покров центральной Антарктиды (станция Восток) как идеальный природный планшет для сбора космической пыли: предварительные результаты по выявлению микрометеоритов типа углистых хондритов [Текст] / Е. С. Булат, В. А. Цельмович, J.-R. Petit // Лед и снег. - 2010. - Т. 52, № 4. - С. 146-152.

246. Акулов, Н. И. Геохимические особенности микрометеоритов в донных отложениях озера Байкал [Текст] / Н. И. Акулов, Л. А. Павлова, Е. В. Антипин // Доклады академии наук. - 2014. – Т. 454, № 6. - С. 695- 700.

247. Evaluating Strategies To Collect Micrometeorites From Rainwater For Citizen Scientists [Text] / M. Blake, J. McKee, R. Statom [etc] // Journal of astronomy and earth sciences education. - 2018. - V. 5, issue 2. - P. 151-160. - DOI: 10.19030/jaese.v5i2.10223.

248. An urban collection of modern-day large micrometeorites: Evidence for variations in the extra-terrestrial dust flux through the Quaternary [Text] / M. J. Genge, J. Larsen, M. Van Ginneken [etc] // Geology. - 2017. - V. 45, issue 2. - P. 119-122.

249. Characterization of As and trace metals embedded in PM10 particles in Puebla City, Mexico [Text] / S.S. Morales-García P. F. Rodríguez-Espinosa, M. P. Jonathan [etc] // Environmental monitoring and assessment. - 2014. - V. 186, issue 1. - P. 55-67. - DOI: 10.1007/s10661-013-3355-4.

250. A new method to jointly estimate the mortality risk of long-term exposure to fine particulate matter and its components [Text] / D. L. Crouse, S. Philip, A. van Donkelaar [etc] // Scientific Reports. - 2016. - V. 6. – P. 8916. - DOI:10.1038/srep18916.

251. Aerosol properties and meteorological conditions in the city of Buenos Aires, Argentina, during the resuspension of volcanic ash from the Puyehue-Cordon Caulle eruption [Text] / A. Graciela, U. M. T. Brizuela, G. B. Raga [etc] // Natural hazards and earth system sciences. - 2016. - V. 16, issue 9. - P. 2159-2175. - DOI: 10.5194/nhess-16-2159-2016.

252. Jury, M. R. Caribbean Air Chemistry and Dispersion Conditions [Electronic resource] / M. R. Jury // Atmosphere. - 2017. - V. 8, issue 8. - DOI: 10.3390/atmos8080151.

253. Rain-plume interactions at Nyiragongo and Nyamulagi-ra volcanoes and associated rainwater hazards, East Africa [Text] / C. M. Balagizi, M. Kasereka, E. Cuoco, M. Liotta // Applied geochemistry. - 2017. - V. 81. - P. 76-89. - DOI: 10.1016/j.apgeochem.2017.03.018.

254. PM10's temporal variability in Bahia Blanca (Argentina) and its relation to climate variables [Text] / A. M. Campo, M. E. Fernández, J. O. Gentili // Cuadernos geograficos. - 2017. – V. 56, issue 3. - P. 6-25.

255. Effects of Eyjafjallajokull Volcanic Ash on Innate Immune System Responses and Bacterial Growth in Vitro [Text] / M. M. Monick, J. Baltrusaitis, L. S. Powers, J. A. Borcharding // Environmental health perspectives. - 2013. - V. 121, issue 6. - P. 691-698. - DOI: 10.1289/ehp.1206004.

256. Arnalds, O. The Icelandic volcanic aeolian environment: Processes and impacts - A review [Text] / O. Arnalds, P. Dagsson-Waldhauserova, H. Ólafsson // Aeolian research. - 2016. - V. 20. - P. 176-195. - DOI: 10.1016/j.aeolia.2016.01.004.

257. The in vitro respiratory toxicity of cristobalite-bearing volcanic ash [Text] / D. E. Damby, F. A. Murphy, C. J. Horwell // Environmental research. - 2016. - V. 145. - P. 74-84. - DOI: 10.1016/j.envres.2015.11.020.

258. Ermolin, M. S. Nanoparticles of volcanic ash as a carrier for toxic elements on the global scale [Text] / M. S. Ermolin // Chemosphere. - 2018. - V. 200. - P. 16-22. - DOI: 10.1016/j.chemosphere. 2018.02.089.

259. Bilinska, D. Source regions of ragweed pollen arriving in south-western Poland and the influence of meteorological data on the HYSPLIT model results [Text] / D. Bilinska, C. Skjoth // Aerobiologia. - 2017. - V. 33, issue 3. - P. 315-326. - DOI: 10.1007/s10453-017-9471-9.

260. History of introduction and distribution of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in the European part of the Russian Federation and in the Ukraine [Text] / Afonin, A. N., Luneva N.N. Y. Fedorova [etc] // EPPO Bulletin. - 2018. - V. 48. - DOI: org/10.1111/epp.12484.

261. Increasing resolution of airborne pollen forecasting at a discrete sampled area in the southwest Mediterranean Basin [Text] / A. Picornell, J. Oteros, M. M. Trigo [etc] // Chemosphere. - 2019. - V. 234. - P. 668-681. - DOI: 10.1016/j.chemosphere.2019.06.019.

262. Assessment between *Platanus* pollen and Pla a 1 allergen in two cities of North-western Iberian Peninsula [Text] / M. Fernandez-Gonzalez, H. Ribeiro, J. S. R.

Pereira [etc] // *Aerobiologia*. - 2019. - V. 35, issue 3. - P. 463-475. - DOI: 10.1007/s10453-019-09576-0.

263. Response of *Tilia* sp. L. to climate warming in urban conditions - Phenological and aerobiological studies [Text] / E. Weryszko-Chmielewska, K. Piotrowska-Weryszko, A. Dąbrowska [etc] // *Urban forestry & urban greening*. - 2019. - V. 43. - DOI: 10.1016/j.ufug.2019.126369.

264. Predicting the onset of *Betula pendula* flowering in Poznan (Poland) using remote sensing thermal data [Text] / P. Bogawski, L. Grewling, B. Jackowiak [etc] // *Science of the total environment*. - 2019. - V. 658. - P. 1485-1499. - DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.12.295.

265. Combined effects of air pollution and allergens in the city of Rome [Text] / A. D. Di Bucchianico, M. A. Brighetti, G. Cattani [etc] // *Urban forestry & urban greening*. - 2019. - V. 37. - P. 13-23. - DOI: 10.1016/j.ufug.2018.04.001.

266. Concomitant occurrence of anthropogenic air pollutants, mineral dust and fungal spores during long-distance transport of ragweed pollen [Text] / L. Grewling, P. Bogawski, M. Kryza [etc] // *Environmental pollution*. - 2019. - V. 254. - DOI: 10.1016/j.envpol.2019.07.116.

267. Костенков, Н. М. Влияние процесса импультверизации на содержание солей в почвах прибрежных морских ландшафтов [Текст] / Н. М. Костенков, С. В. Клышевская // *Вестник КрасГАУ*. - 2014. - № 10. - С. 81-84.

268. Source apportionments of ambient fine particulate matter in Israeli, Jordanian, and Palestinian cities [Text] / J. Heo, B. Wu, Z. Abdeen [etc] // *Environmental pollution*. - 2017. - V. 225. - P. 1-11. - DOI: 10.1016/j.envpol.2017.01.081.

269. Begum, B. A. Identification of Sources from Chemical Characterization of Fine Particulate Matter and Assessment of Ambient Air Quality in Dhaka, Bangladesh [Text] / B. A. Begum, P. K. Hopke // *Aerosol and air quality research*. - 2019. - V. 19, issue. 1. - P. 118-128. - DOI: 10.4209/aaqr.2017.12.0604.

270. AOD distributions and trends of major aerosol species over a selection of the world's most populated cities based on the 1st version of NASA's MERRA Aerosol

Reanalysis [Text] / S. Provençal, P. Kishcha, A. M. da Silva [etc] // *Urban Clim.* - 2017. - V. 20. - P. 168-191. - DOI: 10.1016/j.uclim.2017.04.001.

271. Satellite and ground atmospheric particulate matter detection over Tucuman city, Argentina, space-time distribution, climatic and seasonal variability [Text] / M. E. Garcia, L. S. Della Ceca, M. Micheletti [etc] // *Aims environmental science.* - 2018. - V 5, issue 3. - P. 173-194. - DOI: 10.3934/environsci.2018.3.173.

272. Evaluation of PM surface concentrations simulated by Version 1 of NASA's MERRA Aerosol Reanalysis over Europe [Text] / S. Provençal, P. Kishcha, A. M. da Silva [etc] // *Atmospheric pollution research.* - 2017. - V. 8, issue 2. - P. 374-382. - DOI: 10.1016/j.apr.2016.10.009.

273. A conceptual framework for mixing structures in individual aerosol particles [Text] / W. Li, J. Sun, L. Xu [etc] // *Journal of geophysical research-atmospheres.* - 2016. - V. 121, issue 22. - P. 13784-13798. - DOI: 10.1002/2016JD025252.

274. Dissolved Organic Matter Export from Surface Sediments of a New England Salt Marsh [Text] / H. N. Schiebel, F. Peri, B. Chen [etc] // *Wetlands.* - 2019. - V. 40. - DOI: 10.1007/s13157-019-01213-3.

275. Dust Sources in the Salton Sea Basin: A Clear Case of an Anthropogenically Impacted Dust Budget [Text] / A. L. Frie, A. C. Garrison, M. V. Schaefer [etc] // *ENVIRONMENTAL Science & technology.* - 2019. - V. 53, issue16. - P. 9378-9388. - DOI: 10.1021/acs.est.9b02137.

276. Rodriguez-Navarro, C. Mineralogy and physicochemical features of Saharan dust wet deposited in the Iberian Peninsula during an extreme red rain event [Text] / C. Rodriguez-Navarro, Di Lorenzo // *Atmospheric chemistry and physics.* - 2018. - V. 18, issue 13. - P. 10089-10122. - DOI: 10.5194/acp-18-10089-2018.

277. Performance of a dust model to predict the vertical mass concentration of an extreme Saharan dust event in the Iberian Peninsula: Comparison with continuous, elastic, polarization-sensitive lidars [Text] / C. Cordoba-Jabonero, M. Sicard, del A. Águila [etc] // *Atmospheric environment.* - 2019. - V. 31, issue 3. - P. 149-150.

278. Extreme, wintertime Saharan dust intrusion in the Iberian Peninsula: Lidar monitoring and evaluation of dust forecast models during the February 2017 event

[Text] / A. J. Fernández, M. I. Sicard, M. J. Costa [etc] // Atmospheric research. - 2019. - V. 228. - P. 223-241. - DOI: 10.1016/j.atmosres.2019.06.007.

279. Changes in particulate matter physical properties during Saharan advections over Rome (Italy): a four-year study, 2001-2004 [Text] / G. P. Gobbi, F. Angelini, F. Barnaba [etc] // Atmospheric chemistry and physics. - 2013. - V. 13, issue 15. - P. 7395-7404. - DOI: 10.5194/acp-13-7395-2013.

280. Potential source contribution function analysis of long-range transported aerosols in the Central Mediterranean: a comparative study of two background sites in Italy [Text] / B. Moroni, S. Crocchianti, C. Petroselli [etc] // Rendiconti. - 2019. - V. 30, issue 2. - P. 37-349. - DOI: 10.1007/s12210-019-00792-x.

281. Short-term effects of desert and non-desert PM10 on mortality in Sicily, Italy [Text] / M. Renzi, F. Forastiere, R. Calzolari [etc] // Environment international. - 2018. - V. 120. - P. 472-479. - DOI: 10.1016/j.envint.2018.08.016.

282. Simultaneous vertical LIDAR profiling of Saharan dust layers and high-altitude cirrus clouds in the troposphere [Text] / A. D. Deleva, Z. Y. Peshev, E. N. Krasteva, T. N. Dreischuh // 20TH International conference and school on quantum electronics: laser physics and applications. - 2019. - V. 11047. - DOI: 10.1117/12.2516358.

283. Three-dimensional evolution of Saharan dust transport towards Europe based on a 9-year EARLINET-optimized CALIPSO dataset [Text] / E. Marinou, V. Amiridis, I. Biniotoglou [etc] // Atmospheric chemistry and physics. - 2017. - V. 17, issue 9. - P. 5893-5919. DOI: 10.5194/acp-17-5893-2017.

284. Saharan dust and biomass burning aerosols during ex-hurricane Ophelia: observations from the new UK lidar and sun-photometer network [Text] / M. Osborne, F. F. Malavelle, M. Adam [etc] // Atmospheric chemistry and physics. - 2019. - V. 19, issue 6. - P. 3557-3578. - DOI: 10.5194/acp-19-3557-2019.

285. Long-range transport of Saharan dust and chemical transformations over the Eastern Mediterranean [Text] / E. Athanasopoulou, A. Protonotariou, G. Papangelis [etc] // Atmospheric environment. - 2016. - V. 140. - P. 592-604. - DOI: 10.1016/j.atmosenv.2016.06.041.

286. Long-term (2002-2012) investigation of Saharan dust transport events at Mt. Cimone GAW global station, Italy (2165 m a.s.l.) [Text] / R. Duchi, P. Cristofanelli, T. S. Landi [ etc] // *Elementa-science of the anthropocene*. - 2016. - V. 4. - P. 1-14. - DOI: 10.12952/journal.elementa.000085.

287. Evaluation of the BSC-DREAM8b regional dust model using the 3D LIVAS-CALIPSO product [Text] / D. Konsta, I. Biniotoglou, A. Gkikas [etc] // *Atmospheric environment*. - 2018. - V. 195. - P.46-62. - DOI: 10.1016/j.atmosenv.2018.09.047.

288. Peshev, Z. Y. Saharan dust mixed with marine aerosols: Lidar measurements and characterization [Text] / Z. Y. Peshev, A. D. Deleva, T. N. Dreischuh // *Proceedings of SPIE: 20th international conference and school on quantum electronics: laser physics and applications*. - 2019. - V. 11047. - DOI: 10.1117/12.2516543.

289. Lamancusa, C. Global transport of dust emitted from different regions of the Sahara [Text] / C. Lamancusa, K. Wagstrom // *Atmospheric environment*. - 2019. - V. 2014. - DOI: 10.1016/j.atmosenv.2019.05.042.

290. An inclusive view of Saharan dust advections to Italy and the Central Mediterranean [Text] / G. P. Gobbi, F. Barnaba, L. Di Liberto [etc] // *Atmospheric environment*. - 2019. - V. 201. - P. 242-256. - DOI: 10.1016/j.atmosenv.2019.01.002.

291. Huang, Y. Fine dust emissions from active sands at coastal Oceano Dunes, California [Text] / Y. Huang, J. F. Kok, R. L. Martin // *Atmospheric chemistry and physics*. - 2019. - V. 19, issue 5. - P. 2947-2964. - DOI: 10.5194/acp-19-2947-2019.

292. Temporal variations in optical and microphysical properties of mineral dust and biomass burning aerosol derived from daytime Raman lidar observations over Warsaw, Poland [Text] / L. Janicka, I. S. Stachlewska, I. Veselovskii, H. Baars // *Atmospheric environment*. - 2017. - V. 169. - P. 162-174. - DOI: 10.1016/j.atmosenv.2017.09.022.

293. Size Distributions of Airborne Radionuclides from the Fukushima Nuclear Accident at Several Places in Europe [Text] / O. Masson, W. Ringer, H. Malá [etc] // *Environmental science & technology*. - 2013. - V. 47, issue 19. - P. 10995-11003. - DOI: 10.1021/es401973c.

294. Temporal and spatial assessment of pollen, ra-dionuclides, minerals and trace elements in deposited dust within Ku-wait [Text] / A. M. Al-Dousari, A. Aba, S. Al-Awadhi [etc] // Arabian journal of geosciences. - 2016. - V. 9, issue 2. - DOI: 10.1007/s12517-015-2182-z.

295. Ratnikov, A. N. The Behaviour of Uranium in Soils and the Mechanisms of Its Accumulation by Agricultural Plants [Text] / A. N. Ratnikov // Uranium in plants and the environment. - 2020. - P. 113-135. - DOI: 10.1007/978-3-030-14961-1\_5.

296. Пронин, А. П. Флюидная активность земли и среда обитания, биогеохимические провинции, геопатогенные зоны, геоэкология человека / А. П. Пронин, И. Ф. Вольфсон, А. В. Одерова. – Москва, 2010. – 220 с.

297. The correlation of potential fields with psychic disorders and somatic diseases in Lithuania: what is behind it? [Text] / S. Šliaupa, G. Zukauskas, A. Zakarevicius [etc] // Medical Geology Newsletter. – 2007. - No. 10 (January). - P. 18–22.

298. Drulyte, I. Drinking water: safety issues in Lithuania [Text] / I. Drulyte // Medical Geology Newsletter. – 2003. - No. 7 (December). - P. 20–21.

299. Kadūnas, K. Groundwater: resources and quality in Lithuania [Text] / K. Kadūnas, J. Giedraitienė, J. Satkūnas // Medical Geology Newsletter. – 2003. - No. 7 (December). - P. 17-19, 29.

300. Klimas, A. Boron, fluoride, strontium and lithium anomalies in fresh groundwater of Lithuania [Text] / A. Klimas, A. Mališauskas // Geologija. – 2008. – N 50. – P. 114–124.

301. Алехин, В. И. Разломы земной коры как зоны экологического риска [Текст] / В. И. Алехин // Геолого-мінералогічний вісник. - 2004.- № 1-2. - С.35-41.

302. Анисимова, О. В. Линеаменты центральной части Московской синеклизы и их связь с разломами фундамента : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук [Текст] : 25.00.01 / Анисимова О. В. ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. – М., 2006. - 24 с.

303. Калинин, В. В. Атмохимические ореолы рассеяния ртути над активными геологическими структурами северной части Японского моря [Текст] /

В. В. Калинин, А. С. Астахов // Геология и геофизика. - 2014. - Т. 55. - № 12. - С. 1728-1737.

304. Helium isotope evidence of mantle degassing in rift-valley, eastern China [Text] / J. G. Du // Chinese Science Bulletin. – 1994. – V. 39. – P. 1021-1024.

305. Fault-controlled soil CO<sub>2</sub> degassing and shallow magma bodies: Summit and lower East Rift of Kilauea volcano (Hawaii), 1997 [Text] / S. Giammanco, S. Gurrieri, M. Valenza // Pure and Applied Geophysics. – 2006. – V. 163. – P. 853-867.

306. Braeuer, K. Earthquake swarms in non-volcanic regions: What fluids have to say [Text] / K. Braeuer, H. Kaempf, G. Strauch // Geophysical Research Letters. – 2009. - V. 36.

307. Features of the Distribution of Abnormal Gasgeochemical Fields in the Red River Rift (Gulf of Tonkin, South China Sea) [Text] / R. B. Shakirov, Duong, H. Quoc, N. S. Syrbu [etc] // Doklady Earth Sciences. – 2019. – V. 484. – P. 181-184.

308. Nonvolcanic Carbon Dioxide Emission at Continental Rifts: The Bublak Mofette Area, Western Eger Rift, Czech Republic [Text] / H. Kaempf, A. S. Broge, P. Marzban [etc] // Geofluids. - 2019 - Article 4852706. – DOI://doi.org/10.1155/2019/4852706.

309. Syvorotkin, V. L. Hydrogen degassing of the earth: natural disasters and the biosphere [Text] / V. L. Syvorotkin // Man and the Geosphere. – 2010. – P. 307-347.

310. Beaudoin, G. Silver-lead-zinc veins, metamorphic core complexes, and hydrologic regimes during crustal extension [Text] / G. Beaudoin, B. E. Taylor, D.F. Sangster // Geology. – 1991. – V. 19. – P. 1217-1220.

311. Voltaggio, M. Mapping of H<sub>2</sub>S fluxes from the ground using copper passive samplers: An application study at the Zolfoforata di Pomezia degassing area (Alban Hills, Central Italy) [Text] / M. Voltaggio, M. Spadoni // Journal of Volcanology and Geothermal Research. – 2009. – V. 179. – P. 56-68.

312. McGee, K. A. Quiescent hydrogen sulfide and carbon dioxide degassing from Mount Baker, Washington [Text] / K. A. McGee, M. P. Doukas, T. M. Gerlach // Geophysical Research Letters. – 2001. – V. 28. – P. 4479-4482.

313. Distribution of atmospheric gaseous elementalmercury (Hg(0)) fromthe Sea of Japan to the Arctic, and Hg(0) evasion fluxes in the Eastern Arctic Seas: Results

from a joint Russian-Chinese cruise in fall 2018 [Text] / V. V. Kalinchuk, E. A. Lopatnikov, A. S. Astakhov [etc] // *Science of the Total Environment*. – 2021. - V. 753.

314. Soderberg, P. Gas seepages, gas eruptions and degassing structures in the sea-floor along the stromma tectonic lineament in the crystalline stockholm archipelago, east Sweden [Text] / P. Soderberg, T. Floden // *Continental Shelf Research*. – 1992. – V. 12. – P. 1157.

315. Zeman, A. Migration of fluids controlled by equidistant fracture systems: an example from Central Europe (Czech Republic, Slovakia and Austria) [Text] / A. Zeman // *Journal of geochemical exploration*. - 2000. - T. 69. - P. 499-504. - DOI10.1016/S0375-6742(00)00035-2.

316. Shakirov, R. B. New Data on Lineament Control of Modern Centers of Methane Degassing in East Asian Seas [Text] / R. B. Shakirov // *Doklady earth sciences*. - 2017. - V. 477, issue 1. - P. 1287-1290. - DOI10.1134/S1028334X17110241.

317. Aiuppa, A. Diffuse degassing of carbon dioxide at Somma-Vesuvius volcanic complex (Southern Italy) and its relation with regional tectonics [Text] / A. Aiuppa // *Journal of volcanology and Geothermal research*. - 2004. - V. 133, issue 1-4. - P. 55-79. - DOI10.1016/S0377-0273(03)00391-3.

318. De Luca S. Ricerche Sperimentali Sulla Solfatata di Pozzuoli [Text] / S. De Luca // Percura di G. Curti. Napoli, Stabilimento tipografico. In - 8vo (cm. 23), 1874. - P. 104.

319. Noble Gas and Carbon Isotope Systematics at the Seemingly Inactive Ciomadul Volcano (Eastern-Central Europe, Romania): Evidence for Volcanic Degassing [Text] / B. M. Kis, A. Caracausi, L. Palcsu [etc] // *Geochemistry Geophysics Geosystems*. – 2019. – V. 20, - P. 3019-3043.

320. Mud volcanoes from banat region (Romania): their environment impact [Text] / S. Uruioc, S. Masu, A. Sinitean, M. Albuлесcu // *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*. 2012. – V. 7. – P. 145-158.

321. Enhancement of primary productivity in the western North Pacific caused by the eruption of the Miyake-jima Volcano [Text] / M. Uematsu, M. Toratani, M. Kajino [etc] // *Geophysical Research Letters*. – 2004. – V. 31.

322. Unusual types of degassing from melts of peripheral magma chambers of "dormant" El'brus volcano, Russia: Geochemical and mineralogical features [Text] / A. G. Gubanov, O. A. Bogatikov, B. S. Karamurzov [etc] // Journal of Volcanology and Seismology. – 20115. – P. 223-240.

323. Characteristics and Consequences of Volcanic Gas from Mount Merapi towards Human Health and the Surrounding Environment [Text] / C. Aritonang, E. Gloria, J. Lawoto, P. Ridwan // International Symposium on Earth Hazard and Disaster Mitigation (ISEDMD). AIP Conference Proceedings. – 2018. - Vol. 1987 (1). - 020032 - DOI:10.1063/1.5047317.

324. Volatile metal emissions from volcanic degassing and lava-seawater interactions at Kilauea Volcano, Hawai'i [Text] / E. Mason, P. E. Wieser, E. J. Liu // Communications Earth & Environment. – 2021. – V. 2 (79). - URL: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-53034/v1>.

325. Ikorski, S. V. New information about natural gases of alkaline massifs [Text] / S. V. Ikorski, V. A. Nivin, V. A. Pripachkin // Isotopenpraxis. - 1993. – V. 28. – P. 289-291.

326. The research of particles carried by ascending gas flow from Qingmingshan Cu-Ni sulfide deposit in Guangxi Province [Text] / Y. Li, J. Cao, J. Chen, J. Yi // Acta Petrologica Sinica. – 2017. – V. 33. – P. 831-842.

327. Application of multi-component gas geochemical survey for deep mineral exploration in covered areas [Text] / C. Lin, Z. Cheng, X. Chen [etc] // Journal of Geochemical Exploration. – 2021. –V. 220.

328. Каехтина М.А., Честнов С.В. Современные движения солянокупольных структур на примере Паромненского соляного купола и их влияние на инженерно-геологические условия полигонов подземной закачки [Текст] // Сергеевские чтения. Научное обоснование актуализации нормативных документов инженерно-геологических и инженерно-экологических изысканий. Вып. 12. Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (23-24 марта 2010 г.) / М. А. Каехтина, С. В. Честнов. – Москва : РУДН, 2010. – С. 125-130.

329. Burliga, S. Gas hazards in Klodawa salt structure as a Zechstein stratigraphic indicator. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi-Mineral* [Text] /S. Burliga, F. Czechowski, M. Hojniak // *Resources Management*. – 2008. – V. 24. – P. 69-81.

330. Статистический ежегодник Волгоградская область 2011 год [Текст] : сб. / Тер. орган фед. службы статистики по Волгогр. обл. – Волгоград : Волгоградстат, 2012. – 848 с.

331. Air Pollution and Cardiovascular Diseases [Text] / J. Lelieveld // *Aktuelle kardiologie*. - 2021. - V. 10, issue 06. - P. 510-515. - DOI10.1055/a-1546-7355.

332. Impacts on human mortality due to reductions in PM10 concentrations through different traffic scenarios in Paris, France [Text] / C. N. Maesano, G. Morel, A. Matynia [etc] // *Science of the total environment*. - 2020. - V. 698. - DOI10.1016/j.scitotenv.2019.134257.

333. Пат. 2712945 Российская Федерация, МПК 51 A01G 23/00, G01N 33/46. Способ оценки загрязнения окружающей среды [Текст] / И. Ю. Глинянова, В. Т. Фомичев, В. Н. Прокшиц; 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.

334. Глинянова И. Ю. К вопросу о совершенствовании системы регионального экологического мониторинга в селитебных зонах [Текст] / И. Ю. Глинянова, В. Т. Фомичев // *Социология города*. - 2020. - № 1. - С. 65-74.

335. Глинянова, И. Ю. Are aerosols on the leaves of apricot trees (*Prunus armeniaca*) signaling the activity of a hidden paleo-supervolcano in a steppe? [Текст] / И. Ю. Глинянова, В. Т. Фомичев, Н. В. Асанова // *Environmental Science and Pollution Research*. - 2021. - Vol. 28, Issue 40 (October). – P. 57424-57439. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16135-z>.

336. Глинянова, И. Ю. Оценка загрязнения окружающей среды примесями кислых или щелочных веществ с одновременной оценкой их удельной электрической проводимости [Электронный ресурс] / И. Ю. Глинянова // *Инженерный вестник Дона*. - 2019. - № 6 (57). – С.58. - URL:

[http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_14\\_\\_7y2019](http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_14__7y2019) (дата обращения: 12.12.2022 г.).

337. Перекрестов, Н. В. Почвенно-климатические агроландшафты Светлоярского района Волгоградской области [Текст] / Н. В. Перекрестов // Вестник Прикаспия. - 2015. - № 3. - С. 33-37.

338. Deposition of particulate matter of different size fractions on leaf surfaces and in waxes of urban forest species / K. Dzierzanowski, R. Popek, H. Gawronska, A. Saebo [Text] // International Journal of Phytoremediation. – 2011. –V. 13. – P. 1037-1046.

339. Lukowski, A. Particulate matter on foliage of *Betula pendula*, *Quercus robur*, and *Tilia cordata*: deposition and ecophysiology [Text] / A. Łukowski, R. Popek, P. Karolewski // Environmental science and pollution research. - 2020. - Т. 27, issue10. - P. 10296-10307. - DOI: 10.1007/s11356-020-07672-0.

340. Глинянова, И. Ю. Мониторинг кислых примесей в атмосфере урбанизированных территорий и прогнозирование экологических рисков для населения [Электронный ресурс] / И. Ю. Глинянова // Инженерный вестник Дона. - 2021. - № 11 (83). – С. 420-428. - URL:[http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_10\\_\\_10\\_glinyanova.pdf\\_0416afb61f.pdf](http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_10__10_glinyanova.pdf_0416afb61f.pdf) (дата обращения: 12.12.2022 г.).

341. О состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2019 году [Текст] : докл. / ред. колл.: В. Е. Сазонов, О. В. Горелов, В. Ю. Земцов ; Ком. Прир. ресурсов, лесн. хоз-ва и экологии Волгогр. обл. – Волгоград : ТЕМПОРА, 2020. – 300 с.

342. Siniakov, V. The influence of the active salt tectonics on the environment [Text] / V. Siniakov, S. Kuznetsova // Engineering Geology and the Environment. – 1997. – Vol. 1/3. – P. 373-378.

343. The influence of salt tectonics dislocations on the human health indices in the Pricaspian basin [Text] / V. Siniakov, S. Kuznetsova, V. Lomovskikh, M. Chursina // Eighth International Congress International Association for Engineering Geology and the Environment : Proceedings, - 2000. - Vol 6. 4267-4274.

344. Космическая информация в геологии [Текст] / Г. И. Волчкова, Н. В. Лукина, В. И. Макаров [и др.] ; отв. ред. В. Г. Трифонов. - Москва : Наука, 1983. - 534 с.

345. Самусь, Н.А. Тектоника территории Волгоградской агломерации [Текст] / Н. А. Самусь, О. Н. Игнатенко, А. Н. Самусь // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. – 2005. - № 4 (13). – С. 111-118.

346. Масляев, А. В. Геологические условия для тектонических разломов на территории Волгоградской области [Текст] / А. В. Масляев // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. - 2013. - Вып. 32 (51). - С.214-219.

347. Апродов, В. А. Вулканы [Текст] : справ. / В. А. Апродов. - Москва : Мысль, 1982. - 361, [6] с.

348. Pieri, D. ASTER observations of thermal anomalies preceding the April 2003 eruption of Chikurachki volcano, Kurile Islands, Russia [Text] / D. Pieri, M. Abrams // Remote Sensing of Environment. – 2005. – V. 99. – P. 84-94.

349. Testing satellite and ground thermal imaging of low-temperature fumarolic fields: The dormant Nisyros Volcano (Greece) [Text] / E. Lagios, S. Vassilopoulou, V. Sakkas [etc] // Isprs Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. – 2007. – V. 62. – P. 447-460.

350. Heat flux measurement from thermal infrared imagery in low-flux fumarolic zones: Example of the Ty fault (La Soufriere de Guadeloupe) [Text] / D. Gaudin, F. Beauducel, P. Allemand // Journal of Volcanology and Geothermal Research. – 2013. – V. 267. P. 47-56.

351. Application of satellite thermal infrared remote sensing in monitoring magmatic activity of Changbaishan Tianchi volcano [Text] / L. Ji, J. Xu, X. Lin, P. Luan // Chinese Science Bulletin. – 2010. –V. 55. - P. 2731-2737.

352. Time series analysis of infrared satellite data for detecting thermal anomalies: a hybrid approach [Text] / W. C. Koeppen, E. Pilger, R. Wright Bulletin of Volcanology. - 2011. – V. 73. - P. 577-593.

353. Monitoring volcanic thermal anomalies from space: Size matters [Text] / S. W. Murphy, C. R. de Souza Filho, C. Oppenheimer // Journal of Volcanology and Geothermal Research. – 2011. – V. 203. – P. 48-61.

354. Detection of Thermal Anomalies in the Images of Volcanoes Taken at Night [Text] / A. N. Kamaev, S. P. Korolev, A. A. Sorokin, I. P. Urmanov // Journal of Computer and Systems Sciences International. – 2020. – V. 59. –P. 95-104.

355. Gudmundsson, A: Conceptual and numerical models of ring-fault formation [Text] / A. Gudmundsson // Journal of Volcanology and Geothermal Research. – 2007. – V. 164. – P. 142-160.

356. An active ring fault detected at Tendurek volcano by using InSAR [Text] / H. Bathke, H. Sudhaus, E . P. Holohan [etc] // Journal of Geophysical Research-Solid Earth. – 2013. – V. 118. – P. 4488-4502.

357. Walker, F. Inside the volcano: Three-dimensional magmatic architecture of a buried shield volcano [Text] / F. Walker, N. Schofield, J. Millett // Geology 2021 – V. 49. – P. 243-247.

358. Брюханов, В. Н. Кольцевые структуры Земли [Текст] / В. Н. Брюханов, М. З. Глуховский, А. Л. Ставцев // Природа. – 1977. - № 10. - С. 54-65.

359. Судариков, В. Кольцевые структуры, выявленные в восточной складчатой части Оренбургской области и приуроченность к ним металлических полезных ископаемых [Текст] / В. Судариков., А. С Лисов, Н. В. Черных // Университетский комплекс как региональный центр науки образования : материалы Всерос. науч.-метод. конф. 03-05 февраля 2016 года. - Оренбург, 2016. - С.957-967.

360. Святловский, А. Е. Структурная вулканология [Текст] / А. Е. Святловский. – М. : Недра, 1971. - 232 с.

361. Ушивцева, Л. Ф. Инженерно-геологические особенности соляных массивов и их влияние на процесс освоения недр юго-западной части Прикаспийской впадины [Текст] : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук : 25.00.08 / Л. Ф. Ушивцева; Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-т. - Астрахань, 2004. - 22 с.

362. Глинянова, И. Ю. Экологический мониторинг рекреационных зон населенных пунктов (на примере поселка городского типа - Светлый Яр Светлоярского района Волгоградской области) [Текст] / И. Ю. Глинянова // Инженерный вестник Дона. - 2020. - № 12 (72). - С. 479-487.

363. Lithium enrichment in intracontinental rhyolite magmas leads to Li deposits in caldera basins [Text] / T. R. Benson, M. A. Coble, J. J. Rytuba, G. A. Mahood // Nature Communications. – 2017. – V. 8.

364. Региональные гидрогеологические условия, проблемы использования и охраны подземных вод на территории Калмыкии [Текст] / М. С. Голицын, О. Н. Астанина, В. А. Поляков, В. А. Свитнева // Разведка и охрана недр. - 2015. - № 8. - С. 17-21.

365. Питьева, К. Е. Об источниках бора, брома, лития, стронция в подземных водах девона и карбона нижнего Поволжья [Текст] / К. Е. Питьева // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. - 1965. - № 4.

366. Along-rift propagation of Pleistocene-Holocene faults from a central volcano [Text] / A. Tibaldi, N. Corti, F. L. Bonali, F. P. Mariotto // Journal of Structural Geology. - 2020. – V. 141.

367. Tibaldi, A. Contractional tectonics and magma paths in volcanoes [Text] / A. Tibaldi // Journal of Volcanology and Geothermal Research. -2008. – V. 176. - P. 291-301.

368. Kis, B. M. Noble Gas and Carbon Isotope Systematics at the Seemingly Inactive Ciomadul Volcano (Eastern-Central Europe, Romania): Evidence for Volcanic Degassing [Text] / B. M. Kis, A. Caracausi, L. Palcsu // Geochemistry Geophysics Geosystems. - 2019. – V. 20. – P. 3019-3043.

369. Methylxanthines and phenolics content extracted during the consumption of mate (*Ylex paraguariensis* St. Hil) beverages [Electronic resource] / A. D. Meinhart, C. S. Bizzott, C. A. Ballus [etc] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2010. - V. 58 (4). - URL: <https://doi.org/10.1021/jf903781w> (дата обращения 11.11.2022).

370. Suchacz, B. The analysis of heavy metals content in herbal infusions [Electronic resource] / B. Suchacz, M. Wesolowski // Central European Journal of

Medicine. - 2012. –V. 7 (4). – URL: <https://doi.org/10.2478/s11536-012-0007-y> (дата обращения: 30.11.2022).

371. Chemical composition and bioactivity of different oregano (*Origanum vulgare*) extracts and essential oil [Electronic resource] / B. Teixeira, A. Marques, C. Ramos [etc] // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. -2012. – V. 93 (11). – URL: <https://doi.org/10.1002/jsfa.6089> (дата обращения: 30.11.2022).

372. Determination of selected elements in different pharmaceutical forms of some polish herbal medicinal products [Text] / P. Kalny, S. Wyderska, Z. Fijałek, P. Wroczyński // *Acta Poloniae Pharmaceutica - Drug Research*, 2012. – V. 69 (2).

373. Analysis of Tea for Metals by Flame and Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry with Multivariate Analysis [Electronic resource] / S. Popović, A. Pantelić, Ž. Milovanović, J. Milinkov [etc] // *Analytical Letters*, 2017. – V. 50 (16). - URL: <https://doi.org/10.1080/00032719.2017.1307849> (дата обращения: 30.11.2022).

374. Areo, O. M. Risk assessment of heavy metals in rooibos (*Aspalathus linearis*) tea consumed in South Africa [Electronic resource] / O. M. Areo, P. B. Njobeh // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2021. – V. 28 (42). – URL: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14968-2> (дата обращения: 01.02.2021).

375. Lavrinenko Y. Elemental composition of infusions of herbs (Tisanes) of north Ossetia (the Caucasus) [Electronic resource] / Y. Lavrinenko, A. Plieva, I. Zinicovskaia // *Agriculture (Switzerland)*. – 2021. – V. 11 (9). – URL: <https://doi.org/10.3390/agriculture11090841> (дата обращения: 03.12.2022).

376. Profile of heavy metal and nutrient elements in some *Sideritis* species [Electronic resource] / K. Korkmaz, S. Kara, M. Özkutlu [etc] // *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*. – 2017. –V. 51 (3). – URL: <https://doi.org/10.5530/ijper.51.3s.14>.

377. Kowalska, G. The safety assessment of toxic metals in commonly used herbs, spices, tea, and coffee in Poland [Electronic resource] / G. Kowalska // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. -2021. – V. 18 (11). – URL: <https://doi.org/10.3390/ijerph18115779> (дата обращения: 17.04.2021).

378. Krawczyk, W. E. Rain water chemistry at Calypsobyen, Svalbard [Text] / W. E. Krawczyk, S. A. Bartoszewski, K. Siwek // Polish Polar Research. - 2008. – V. 29 (2).

379. Salem, T. A. Evaluation of fog and rain water collected at Delta Barrage, Egypt as a new resource for irrigated agriculture [Text] / T. A. Salem, M. E. Omar, D. M. El Gammal // Journal of African Earth Sciences. – 2017. –V. 135. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2017.08.012>.

380. Chemical composition of rainwater in the Yulong Snow Mountain region, Southwestern China [Text] / H. Niu, Y. He, X. Lu, J. Shen [etc] // Atmospheric Research. - 2014. – V. 144. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2014.03.010>.

381. Origin of major ions in monthly rainfall events at the Bamenda Highlands, North West Cameroon [Text] / M. J. Wirmvem, T. Ohba, W. Y. Fantong, S. N. Ayonghe [etc] // Journal of Environmental Sciences (China). – 2014. – V. 26 (4). - DOI: [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(13\)60502-1](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(13)60502-1).

382. Spatial occurrence and geochemistry of soil salinity in Datong basin, northern China / Y. Wu, Y. Wang, X. Xie [Text] // Journal of Soils and Sediments. - 2014. – V. 14 (8). – DOI: <https://doi.org/10.1007/s11368-014-0874-8>.

383. El-Nahhal, Y. Salinity profile in coastal non-agricultural land in Gaza [Text] / Y. El-Nahhal, M. Safi, J. Safi // Environmental Science and Pollution Research, 2020. – V. 27 (8). – DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-019-07514-8>.

384. Slavinskienė, G. The influence of landfills located in different hydrogeological systems on Lithuanian groundwater quality [Text] / G. Slavinskienė, A. Jurevičius // Baltica. – 2016. – V. 29 (1). - DOI: <https://doi.org/10.5200/baltica.2016.29.04>.

385. Slavinskienė, G. The influence of landfills located in different hydrogeological systems on Lithuanian groundwater quality [Text] / G. Slavinskienė, A. Jurevičius // Baltica. – 2016. – V. 29 (1). - DOI: <https://doi.org/10.5200/baltica.2016.29.04>.

386. Zhou, X. Hydrochemistry of the natural low pH groundwater in the coastal aquifers near Beihai, China [Electronic resource] / X. Zhou, Y. Shen, H. Zhang [etc] //

Journal of Ocean University of China. -2015. – V. 14 (3). – URL: <https://doi.org/10.1007/s11802-015-2631-z>. (дата обращения: 03.09.2022).

387. Hydrogeochemistry of volcanic hydrogeology based on cluster analysis of Mount Ciremai, West Java, Indonesia [Electronic resource] / D. E. Irawan, D. J. Puradimaja, S. Notosiswoyo, P. Soemintadiredja // Journal of Hydrology. - 2009. – V. 376 (1–2). – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.07.033>. (дата обращения: 05.06.2022).

388. Pasvanoğlu, S. Hydrogeochemical study of the thermal and mineralized waters of the banaz (hamamboğazi) area, western Anatolia, Turkey [Electronic resource] / S. Pasvanoğlu // Environmental Earth Sciences. - 2012. – V. 65 (3). – URL: <https://doi.org/10.1007/s12665-011-1120-y> (дата обращения: 03.04.2022).

389. Пат. 2735034 Российская Федерация, МПК 51 G01N 33/00. Способ оценки экологического состояния территории [Текст] / И. Ю. Глинянова, В. Т.Фомичев ; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет» (ВолгГТУ). - № 2020114508 ; заявл. 23.04.2020 ; опубл. 27.10.2020, Бюл. № 30.

390. Biogeochemical exploration in Sari Gunay gold deposit, Northwestern Iran [Text] / B. Mehrabi, H. Alimohammadi, M. Farhadian-Babadi, F. Ghahramaninejad // Geopersia. - 2016. - Vol. 6, Issue 2.

391. Alamgir, A. N. M. Therapeutic Use of Medicinal Plants and Their Extracts [Text] / A. N. M. Alamgir // Progress in Drug Research. -2017. - Vol. 73.

392. Application of contemporary extraction techniques for elements and minerals recovery from stinging nettle leaves [Electronic resource] / S. Popov, S. Skeledžija, S. Šorgić, Z. Zeković [etc] // Applied Sciences (Switzerland). - 2020. – V. 10 (3). – URL: <https://doi.org/10.3390/app10030793> (дата обращения: 07.07.2022).

393. Gani, F. A. Formulation and Investigation Antioxidant of O/W Cream Containing Euphorbia hirta L. Herb Extract [Electronic resource] / F. Gani, N. Isnaini, S. Maryam // E3S Web of Conferences, 2020. – V. 151. – URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015101001> (дата обращения: 06.07.2022).

394. Janda, K. Effect of the Yerba mate (*Ilex paraguariensis*) brewing method on the content of selected elements and antioxidant potential of infusions [Electronic resource] / K. Janda, K. Jakubczyk, A. Łukomska // Polish Journal of Chemical Technology. - 2020. – V. 22 (1). - URL: <https://doi.org/10.2478/pjct-2020-0008> (дата обращения: 12.11.2021).

395. Where trees cannot grow – Particulate matter accumulation by urban meadows [Electronic resource] / A. Przybysz, R. Poppek, M. Stankiewicz-Kosyl [etc] // Science of the Total Environment. -2021. – V. 785. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147310> (дата обращения: 12.04.2021).

396. Origin of major ions in monthly rainfall events at the Bamenda Highlands, North West Cameroon [Electronic resource] / M. J. Wirmvem, T. Ohba, W. Y. Fantong [etc] // Journal of Environmental Sciences. – 2014. – V. 26 (4). – URL: [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(13\)60502-1](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(13)60502-1) (дата обращения: 22.11.2021).

397. Geochronology and magmatic character of the pliocene-pleistocene volcanism in Sardinia (Italy) [Electronic resource] / L. Beccaluva, M. Deriu, G. Macciotta [etc] // Bulletin Volcanologique. - 1997. – V. 40 (3). – URL: <https://doi.org/10.1007/BF02596997> (дата обращения: 23.12.2021).

398. Peccerillo, A. Plio-Quaternary volcanism in Italy: Petrology, geochemistry, geodynamics. In Plio-Quaternary Volcanism in Italy [Electronic resource] / A. Peccerillo // Petrology, Geochemistry, Geodynamics. – 2015. – URL: <https://doi.org/10.1007/3-540-29092-3> (дата обращения: 08.07.2022).

399. Lustrino, M. The geochemical peculiarity of "Plio-Quaternary" volcanic rocks of Sardinia in the circum-Mediterranean area. Cenozoic Volcanism in the Mediterranean Area [Text] / M. Lustrino, L. Melluso, V. Morra // Geological Society of America Special Papers. - 2017 - P. 277-301.

400. Granite- and andesite-hosted thermal water: geochemistry and environmental issues in northern Sardinia, Italy [Electronic resource] / S. Cuccuru, F. Deluca, G. Mongelli, G. Oggiano // Environmental Earth Sciences. - 2020. – V. 79 (11). - URL: <https://doi.org/10.1007/s12665-020-09004-4> (дата обращения: 06.07.2022).

401. Modabberi, S. Environmental geochemistry and sources of potentially toxic elements in thermal springs in the Sabalan volcanic field, NW Iran [Electronic resource]

/ S. Modabberi, J. Yekta, S. Sadat // Environmental Earth Sciences, - 2014. – V. 71 (6).  
- URL: <https://doi.org/10.1007/s12665-013-2660-0> (дата обращения: 06.07.2022).

402. The hydrogeochemistry of thermal springs on Mutnovskii Volcano, southern Kamchatka [Electronic resource] / S. B. Bortnikova, G. M. Gavrilenko, E. P. Bessonova, A. S. Lapukhov // Journal of Volcanology and Seismology. - 2020. – V. 3 (6). – URL: <https://doi.org/10.1134/S0742046309060025> (дата обращения: 11.09.2022).

403. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ). Руководство по контролю качества питьевой воды 2011 г [Текст]. - 4-е изд. – 628 с.

404. Seismic reflection and petrographic interpretation of a buried monogenetic volcanic field (part 1) [Text] / A. Bischoff, M. Rossetti, A. Nicol, B. Kennedy // Bulletin of Volcanology. - 2019. – V. 81 (9). – DOI://doi.org/10.1007/s00445-019-1316-7.

405. Discovery of large-scale buried volcanoes within the Cenozoic succession of the Prawn Platform, offshore Otway Basin, southeastern Australia [Text] / Y. Niyazi, O. E. Eruteya, M. Warne, D. Ierodiaconou // Marine and Petroleum Geology. – 2021. – V. 123. - DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2020.104747>.

406. Lithium enrichment in intracontinental rhyolite magmas leads to Li deposits in caldera basins [Electronic resource] / T. R. Benson, M. A. Coble, J. J Rytuba, G. A. Mahood // Nature Communications. - 2017. – V. 8 (1). – URL: <https://doi.org/10.1038/s41467-017-00234-y> (дата обращения: 05.02.2022).

407. Solid sulfur spherules near fumaroles of Hakone volcano, Japan [Text] / K. Ikehata, M. Date, J. Ishibashi [etc] // International Journal of Earth Sciences. – 2019. – V.108 (1). – DOI: <https://doi.org/10.1007/s00531-018-1657-z>.

408. Geochemistry of the acid Kawah Putih lake, Patuha Volcano, West Java, Indonesia [Electronic resource] / T. Sriwana, M. J. Van Bergen, J. C. Varekamp [etc] // Journal of Volcanology and Geothermal Research. – 2000. – V. 97 (1–4). – URL: [https://doi.org/10.1016/S0377-0273\(99\)00178-X](https://doi.org/10.1016/S0377-0273(99)00178-X) (дата обращения: 04.02.2022).

409. Los obreros del volcán. Indígenas y procesos de transición laboral en las azufreras de tacora y taapaca. Norte de Chile (Siglo XX) [Electronic resource] / A. A.

Draya, P. S. Cáceres, D. S. Tancara // Estudios Atacamenos. - 2016. – V. 1 (52). – URL: <https://doi.org/10.4067/S0718-10432016005000008> (дата обращения: 03.02.2022).

410. Kravchuk, T. N. Substantiation of the way of shaft protection from aggressive impact of underground waters by numerical modeling method [Text] / T. N. Kravchuk, S. V. Sergeev // Gornyi Zhurnal. – 2013. – V. 12. - P. 12

411. A comparison of Siberian meimechites and kimberlites: Implications for the source of high-Mg alkalic magmas and flood basalts [Electronic resource] / R. W. Carlson, G. Czamanske, V. Fedorenko, I. Ilupin // Geochemistry, Geophysics, Geosystems. – 2006. –V. 7 (11). – URL: <https://doi.org/10.1029/2006GC001342> (дата обращения: 14.03.2021).

412. Diamonds sampled by plumes from the core-mantle boundary [Electronic resource] / T. H. Torsvik, K. Burke, B. Steinberger, S. Webb, [etc] // Nature. – 2010. – V. 466 (7304). – URL: <https://doi.org/10.1038/nature09216> (дата обращения: 15.03.2022).

413. Lightning Associated to Archean Volcanic Ash-Gas Clouds. In Chemical Evolution [Electronic resource] / R. Navarro-González, V. A. Basiuk, M. Rosenbaum // Physics of the Origin and Evolution of Life. – 1996. - URL: [https://doi.org/10.1007/978-94-009-1712-5\\_9](https://doi.org/10.1007/978-94-009-1712-5_9) (дата обращения: 13.11.2021).

414. Structural analysis and thermal remote sensing of the Los Humeros Volcanic Complex: Implications for volcano structure and geothermal exploration [Electronic resource] / G. Norini, G. Gropelli, R. Sulpizio, G. Carrasco-Núñez [etc] // Journal of Volcanology and Geothermal Research. – 2015. - V. 301. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2015.05.014> (дата обращения: 12.02.2021).

415. Imaging the magmatic system of Newberry Volcano using Joint active source and teleseismic tomography [Electronic resource] / B. A. Heath, E. E. E Hooft, D. R. Toomey, M. J. Bezada [etc] // Geochemistry, Geophysics, Geosystems. - 2015. – V. 16 (12). – URL: <https://doi.org/10.1002/2015GC006129> (дата обращения: 29.08.2021).

416. Oceanic plateau formation by seafloor spreading implied by Tamu Massif magnetic anomalies [Electronic resource] / W. W. Sager, Y. Huang, M. Tominaga, J. A.

Greene [etc] // Nature Geoscience. - V. 12 (8). – URL: <https://doi.org/10.1038/s41561-019-0390-y> (дата обращения: 29.08.2021).

417. The Shatsky Rise oceanic plateau structure from two-dimensional multichannel seismic reflection profiles and implications for oceanic plateau formation [Electronic resource] / J. Zhang, W. W. Sager, J. Korenaga // Special Paper of the Geological Society of America. – 2015. – V. 511. – URL: [https://doi.org/10.1130/2015.2511\(06\)](https://doi.org/10.1130/2015.2511(06)) (дата обращения: 31.08.2021).

418. The crater with gravity anomaly in the center may be the ancient volcanic crater and geothermal under it [Electronic resource] / X. Li, W. Du, H. Cui, X. Tian // Thermal Science. - 2019. – V. 23 (5). – URL: <https://doi.org/10.2298/TSCI181210190L> (дата обращения: 21.03.2022).

419. Geological Characterization of the Ina Shield Volcano Summit Pit Crater on the Moon: Evidence for Extrusion of Waning-Stage Lava Lake Magmatic Foams and Anomalously Young Crater Retention Ages [Electronic resource] / L. Qiao, J. W. Head, Z. Ling, L. Wilson // Journal of Geophysical Research: Planets. - 2019. – V. 24 (4). – URL: <https://doi.org/10.1029/2018JE005841> (дата обращения: 14.05.2022).

420. Ancient volcanism and its implication for thermal evolution of Mars [Electronic resource] / L. Xiao, J. Huang, P. R. Christensen, R. Greeley // Earth and Planetary Science Letters. – 2012. – P. 323–324. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2012.01.027> (дата обращения: 14.05.2022).

421. Sapas Mons, Venus: evolution of a large shield volcano [Electronic resource] / S. T. Keddie, J. W. Head, // Earth, Moon, and Planets. - 1994. – V. 65 (2). – P. 194. – URL: <https://doi.org/10.1007/BF00644896> (дата обращения: 11.12.2021).

422. Hamilton, W. B. Plumeless Venus preserves an ancient impact-accretionary surface [Text] / W. B. Hamilton // Special Paper of the Geological Society of America. – 2005. – V. 388. DOI: <https://doi.org/10.1130/0-8137-2388-4.781>.

423. Петросян, В. С. Загрязнение биосферы приоритетными токсикантами и его влияние на здоровье населения [Текст] / В. С. Петросян, А. А. Аверочкина // Вестник российской академии естественных наук. - 2013. - № 5. - С.113-120.

424. *Populus nigra* L. as a bioindicator of atmospheric trace element pollution and potential toxic impacts on human and ecosystem [Text] / A. Yalaltdinova, J. Kim, N. V. Baranovskaya, L. Rikhvanov // *Ecological Indicators*. - 2019. - T. 95. - P. 974-983. - DOI: 10.1016/j.ecolind.2017.06.021

425. Li, W. Occurrence, distribution and human exposure to 20 organophosphate esters in air, soil, pine needles, river water, and dust samples collected around an airport in New York state, United States [Text] / W. Li, Y. Wang, K. Kannan // *Environment international*. – 2019. - T. 131. - DOI: 10.1016/j.envint.2019.105054

426. Dawood Mona, F. A. Insights into the oxidative status and antioxidative responses of germinating broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica* L.) seeds in tungstate contaminated water [Text] / F. A. Dawood Mona // *Chemosphere*. - 2020. - T. 261. - DOI: 10.1016/j.chemosphere.2020.127585.

427. Bondarevich, E. A. Assessment of technogenic pollution of the urban environment in Chita by the snow cover state [Text] / E. A. Bondarevich // *Led i sneg-ice and snow*. - 2019. - T. 59, issue3. - P. 389-400. - DOI: 10.15356/2076-6734-2019-3-393.

428. Levshina, S. Distribution and Characteristic of PAHs in snow of the Urban and Reserve Areas of Southern Far East Russia [Text] / S. Levshina // *Bulletin of environmental contamination and toxicology*. - 2019. - T. 102, issue2. - P. 160-167. - DOI: 10.1007/s00128-018-02533-6.

429. Atmospheric particulate matters in an Indian urban area: Health implications from potentially hazardous elements, cytotoxicity, and genotoxicity studies [Text] / N. Islam, A. Dihingia, P. Khare, B. K. Saikia // *Journal of hazardous materials*. - 2020. - T. 384. - DOI: 10.1016/j.jhazmat.2019.121472.

430. Trusz, A. Seasonal variability of chemical composition and mutagenic effect of organic PM<sub>2.5</sub> pollutants collected in the urban area of Wroclaw (Poland) [Text] / A. Trusz, H. Ghazal, K. Piekarska // *Science of the total environment*. - 2020. - T. 733. - DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.138911

431. Islam, N. Atmospheric particulate matter and potentially hazardous compounds around residential/road side soil in an urban area [Text] / N. Islam, B. K. Saikia // *Chemosphere*. - 2020. - T. 259. - DOI: 10.1016/j.chemosphere.2020.127453.

432. Casazza, M. Adult Chronic Exposure to Neurotoxic Metals Associated with Atmospheric Aerosols: A Case Study in The Urban Area of Turin (NW Italy) [Text] / M. Casazza, V. Maurino, M. Malandrino // Journal of environmental accounting and management. - Т. 4, issue1. - P. 87-9. - DOI: 10.5890/JEAM.2016.03.008

433. Глинянова, И. Ю. Исследование токсичности атмосферного воздуха в пос. Киляковка Среднеахтубинского района Волгоградской области [Текст] / И. Ю. Глинянова, В. Т. Фомичев, Н. В. Асанова / Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. - 2021. - Вып.1 (82). - С. 200-213.

434. Пат. RU № 2746764 Российская Федерация, МПК G01N 33/00; G01N 35/00. Способ определения токсичности воздуха по реакции прорастания семян высших растений [Текст] / И. Ю. Глинянова В. Т. Фомичев ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет» (ВолгГТУ). - № 2020128698 ; заявл. 02.09.2020 ; опубл. 20.04.2021, Бюл. № 11.

435. Глинянова, И. Ю. Об экологической безопасности населенных пунктов со стороны скрытых источников природного загрязнения [Текст] / И. Ю. Глинянова, В. Т. Фомичев // Социология города. - 2020. - № 2. - С. 43-57.

436. Глинянова, И. Ю. Мониторинг радиоактивных химических элементов (Th,U) в объектах окружающей среды как предмет инженерно-экологических изысканий на стадии предпроектных работ [Текст] / И. Ю. Глинянова, В. Т. Фомичев // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. - 2020. - № 3 (31). - С. 54-67.

437. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести [Электронный ресурс] ; утв. постановлением Гос. комитета СССР по стандартам от 19 декабря 1984 г. N 4710. – URL: Система ГАРАНТ (дата обращения: 20.04.2021).

438. Самусь, Н. А. Тектоника территории Волгоградской агломерации [Текст] / Н. А.Самусь, О. Н. Игнатенко, А. Н. Самусь // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. - 2005. - № 4 (13). - С 111-119.

439. РД 52.04.830-2015 Массовая концентрация взвешенных частиц рм10 и рм2.5 в атмосферном воздухе. Методика измерений гравиметрическим методом [Электронный ресурс] : введен 01.03.2016 / разработ. ФГБУ «ГГО». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200133379> (дата обращения: 20.05.2022).

440. ГОСТ Р 54597-2011/ISO/TR 27628:2007. воздух рабочей зоны. Ультрадисперсные аэрозоли, аэрозоли наночастиц и наноструктурированных частиц. Определение характеристик и оценка воздействия при вдыхании [Электронный ресурс] ; введен 01.12.2012 ; внесен ТК 457. – URL: <https://base.garant.ru/71563950/> (дата обращения 13.03.2021).

441. Ultrafine beryllium aerosol as a possible metric for chronic beryllium disease [Text] / M. A. McCawley, M. S. Kent, M.T. Berakis // Appl. Occup. Environ. Hygiene. – 2001. –V. 16. - P. 631-638

442. Antonini, J. M. Health effects of welding [Text] / J. M. Antonini // Critical Reviews in Toxicology. – 2003. – V. 33 (1). - P. 61-103.

443. Глинянова, И. Ю. Экологическая безопасность жилых и общественно-деловых зон с позиции мониторинга РМ2.5, РМ10 на листьях абрикосовых деревьев (*Prunus armeniaca*) [Текст] / И. Ю. Глинянова, В. Н. Азаров // Вестник МГСУ. - 2020. Т.15. - № 4. - С. 533-552.

444. Глинянова, И. Ю. Экологическая безопасность городской агломерации с позиции фитомониторинга [Текст] / И. Ю. Глинянова // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. - 2019. - № 2 (75). - С. 171-181.

445. Николаевский, В. С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации [Текст] / В. С. Николаевский. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2002. - 220 с.

446. K. Dzierzanowski, R. Popek, H. Gawrońska [etc] Deposition of particulate matter of different size fractions on leaf surfaces and in waxes of urban forest species [Text] / K. Dzierzanowski, R. Popek, H. Gawrońska [etc] // International journal of phytoremediation. - 2011. Т. 136 issue 10. - P. 1037-1046. - DOI: 10.1080/15226514.2011.552929.

447. Lukowski, A. Particulate matter on foliage of *Betula pendula*, *Quercus robur*, and *Tilia cordata*: deposition and ecophysiology [Text] / A. Lukowski, R. Popek, P. Karolewski // *Environmental science and pollution research*. - 2020. - Т 7, issue 10. - P. 10296-10307. - DOI: 10.1007/s11356-020-07672-0.

448. ГОСТ Р 56929-2016. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу: исследование фракционного состава пыли оптическим методом при нормировании качества атмосферного воздуха [Электронный ресурс] ; введен 01.02.2017 ; внесен ТК 409. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200135564> (дата обращения: 10.08.2021).

449. 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.

450. Глинянова, И. Ю. Фитомониторинг как метод оценки загрязнения атмосферного воздуха городской среды мелкодисперсной пылью [Текст] / И. Ю. Глинянова, В. Н. Азаров, В. Т. Фомичев // *Биосферная совместимость: человека, регион, технологии*. - 2019. - № 1 (25). - С. 42-53. DOI: 10.21869/23-11-1518-2019-25-1-42-53.

451. Мельник, А. В. Технология: определение сущности и функций [Текст] / А. В. Мельник // *Известия Саратовского университета. Сер. Философия. Психология. Педагогика*. - 2010. - Т. 10. - Вып. 4. - С. 10-13.

452. Литова З. А. Сущность понятия «технология» на современном этапе [Текст] / З.А. Литова // *Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета*. - 2019. - № 2 (50). - С. 164–172.

453. Брызгалин, Г. И. Введение в теорию качеств [Текст] / Г. И. Брызгалин ; ВолгГТУ. - Волгоград: ВПИ, 1988. – 91 с.

454. Интегральная экспресс-оценка экологического состояния территорий с использованием аэрозолей [Текст] / И. Ю. Глинянова, Н. В. Асанова, В. Т. Ерофеев, В. В. Афонин // *Вестник МГСУ*. - 2022. - Т. 17, вып. 7. - С. 897-913.

455. 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.

456. 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](https://doi.org/10.35211/19943520_2022_1-2_59).

457. Левин, Дэвид М., Стефан, Дэвид, Кребиль, Тимоти С., Беренсон, Марк Л. Статистика для менеджеров с использованием Microsoft Excel, 4-е изд. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. — 1312 с.

458. Свистов, П. Ф. Минерализация осадков в диагнозе изменений загрязнения окружающей природной среды [Текст] / П. Ф. Свистов, А. И. Полищук, Н. А. Першина // Тезисы докладов Международной научной конференции. - Казань, 2012. - С. 305-307.

459. Assessment of phenolic herbicide toxicity and mode of action by different assays [Text] / C. Bettiol, S. De Vettori, G. Minervini [etc] // Environmental science and pollution research. - 2016. - V. 23, issue8. - P.7398-7408. - DOI10.1007/s11356-015-5958-5).

460. Спиридонов, С. Б. Анализ подходов к выбору весовых коэффициентов критериев методом [Текст] / С. Б. Спиридонов, И. Г. Булатова, В. М. Постников // Науковедение. - 2017. - Т. 9. - № 6. - С.1-24;

461. Френкель, А. А. Влияние весовых коэффициентов на рейтинг региона по уровню инновационного потенциала [Текст] / А. А. Френкель, Н. Н. Волкова, Э. И. Романюк // Регион: экономика и социология. - 2013. - № 1 (77). - С. 144-172.

462. Smuts, J. C. Holism and Evolution [Text] / J. C. Smuts. - London: Macmillan & Co, 1926. - 361 P.

463. Haldane, J. S. The philosophical basic of biology [Text] / J. S. Haldane. - London : Hodder & Stoughton, 1931 (Series: University of Dublin) [Print book].

464. Таран, В. А. Современное холистическое понимание мира [Текст] // Мир науки, культуры, образования. - 2018. - № 2 (69). - С. 218-220.

465. Князева, Е. Н. Возвращение к единству: методологические аспекты эволюционного холизма / Е. Н. Князева // Вестник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология. - 2016. - № 3 (35). – С. 23-35.

466. Feleki, E. Holistic methodological framework for the characterization of urban sustainability and strategic planning [Text] / E. Feleki, C. Vlachokostas // Journal of cleaner production. - 2020. - V. 243. - DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.118432

467. Multivariate analysis of CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S and CH<sub>4</sub> diffuse degassing and correlation with fault systems in Agua Caliente - Tzitzio, Michoacan, Mexico / M. P. Jacome-Paz, I. A. Gonzalez-Romo, R. M. Prol-Ledesma [etc] // Journal of Volcanology and Geothermal Research. - 2020. – V. 394

468. Discovery of spatial-temporal causal interactions between thermal and methane anomalies associated with the Wenchuan earthquake [Text] / Q. Y. Meng, Y. Zhang // European Physical Journal-Special Topics. – 2021. – V. 230. – P. 247-261.

469. Advective heat transport associated with regional Earth degassing in central Apennine (Italy) [Text] / G. Chiodini, C. Cardellini, S. Caliro // Earth and Planetary Science Letters. – 2013. – V. 373. – P. 65-74.

470. Noble gases confirm plume-related mantle degassing beneath Southern Africa [Text] / S. M. V. Gilfillan, D. Gyore, S. Flude [etc] // Nature Communications. - 2019. - V.10.

471. Mercury anomalies and transport mechanisms in a hydrothermal system associated with normal faults in Araro, Michoacan (western Mexico) [Text] / I. Perez-Martinez, R. E. Villanueva-Estrada, R. Garcia-Martinez [etc] // Revista Mexicana De Ciencias Geologicas. - 2021. – V. 38. – P. 86-99.

472. Thermal perturbations beneath the incipient Okavango Rift Zone, northwest Botswana [Text] / K. Leseane, E. A. Atekwana, K .L. Mickus [etc] // Journal of Geophysical Research-Solid Earth. – 2015. – V. 120. – P. 1210-1228

473. Source and movement of helium in the eastern Morongo groundwater Basin: The influence of regional tectonics on crustal and mantle helium fluxes [Text] / Kulongoski, D. R. Hilton, J. A. Izbicki // Geochimica Et Cosmochimica Acta. – 2005. – V. 69. – P. 3857-3872.

474. Zaksek, K. Remote sensing of thermal anomalies on active volcanoes [Text] / K. Zaksek, M. Hort // *Geodetski Vestnik*. - 2010. – V. 54. – P. 627-642
475. Eskandari, A. Remote sensing of Damavand volcano (Iran) using Landsat imagery: Implications for the volcano dynamics [Text] / A. Eskandari, R. De Rosa, S. Amini // *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. – 2015. – V. 306. – P. 41-57.
476. Correlation of seismic and petrologic thermometers suggests deep thermal anomalies beneath hotspots [Text] / A. M. Courtier, M. G. Jackson, J. F. Lawrence [etc] // *Earth and Planetary Science Letters*. – 2007. – V. 264. – P. 308-316.
477. Tronin, A. A. Thermal IR satellite data application for earthquake research in Japan and China [Text] / A. A. Tronin, M. Hayakawa, O. A. Molchanov // *Journal of Geodynamics*. - 2002. – V. 33. – P. 519-534
478. Geological characteristics and ore-forming process of the gold deposits in the western Qinling region, China [Text] / J. J. Liu, C. H. Liu, E. J. M. Carranza [etc] // *Journal of Asian Earth Sciences*. – 2015. – V. 103. – P. 40-69.
479. Geochronology and geochemistry of the Gejiu complex in the Yunnan Province, SW China: Petrogenesis and contributions of mantle-derived melts to tin mineralization [Text] / W. L. Huang, J. F. Xu, J. L. Chen [etc] // *Acta Petrologica Sinica*. – 2016. – V. 32. – P. 2330-2346.
480. Матюшин, Г. Н. У истоков человечества [Текст] / Г. Н. Матюшин ; [предисл. Н. П. Дубинина]. - Москва : Мысль, 1982. - 144 с. : ил., 8 л. ил.; 20 см.
481. Юргенсон, Г. А. Позднемезозойские палеовулканы как фактор местоположения мастерских в палеолите Забайкалья [Текст] / Г. А. Юргенсон, П. В. Мороз, А. Ю. Мороз // *Вестник ЗабГУ*. - 2013. - № 04 (95). - С. 3-15.
482. Медицинская геология: состояние и перспективы [Текст] = *Medical geology: current status and perspectives* / Российское геологическое о-во ; [отв. ред.: Вольфсон И. Ф.]. - Москва : ГЕРС, 2010. - 215, [1] с. : ил., цв. ил., табл.; 20 см.
483. Вольфсон, И. Ф. Химический состав питьевой воды и заболеваемость населения [Текст] / И. Ф. Вольфсон, Е. Г. Фаррахов // *Питьевые подземные воды. Изучение, использование и информационные технологии : материалы междунар. науч.-практ. конф. (18-22 апреля 2011 г.)* : в 4 ч. – Москва, 2011. - Ч. 2. - С. 212–225.

484. Бгатов, В. И. Дегазация Земли и растительный покров [Текст] / В. И. Бгатов Н. М. Кужельный, Н. А. Лизалек // Тез. Междунар. конф. «Дегазация Земли: геофлюиды, нефть и газ, парагенезы в системе горючих ископаемых», Москва, 30 мая–1 июня 2006 г. – Москва : ГЕОС, 2006. - С. 49–52.

485. An investigation of dan-gerous gas in the Jubarkas District of Lithuania [Text] / A. Bitinas, A. Jusiene, R. Seckus, J. Satkunas // Medical Geology News-letter. – 2006. - No. 9, July. – P. 5–6.

486. Klimas, A. Boron, fluoride, strontium and lithium anomalies in fresh groundwater of Lithuania [Text] / A. Klimas, A Mališauskas. – Geologija. – 2008. – V. 50. – P. 114–124.

487. Дегазация Земли: геотектоника, геодинамика, геофлюиды; нефть и газ; углеводороды и жизнь. Материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения академика П.Н. Кропоткина, 18–22 октября 2010 г. – М.: ГЕОС, 2010. – 712 с.

488. The correlation of potential fields with psychic disorders and somatic diseases in Lithuania: what is behind it? [Text] / S. Šliaupa, G. Zukauskas, A. Zakarevicius [etc] // Medical Geology Newsletter. – 2007. - No. 10, January. – P. 18–22.

489. Possible linkages between lignite aquifers, patho-genic microbes, and renal pelvic cancer in northwestern Louisiana, U.S.A. [Text] / J. E. Bunnell, C. A. Tatu, R. N. Bushon [etc] // Environmental Geochemistry and Health. – 2006. – V. 28. – P. 577–587.

490. Строительная климатология. СП 131.13330.2018 [Электронный ресурс] : утв. приказом М-ва стр-ва и жилищно-ком. х-ва РФ от 28 ноября 2018 г. N 763/пр. – URL: <https://base.garant.ru/72239302/>.

491. Перекрестов, Н. В. Почвенно-климатические ландшафты Среднеахтубинского района Волгоградской области [Текст] / Н. В. Перекрестов // Вестник Прикаспия. - 2016. - № 4. - С.12-22.

492. Глинянова, И. Ю. Research of urban atmospheric aerosols of the Lower Volga under conditions of anthropogenic load and active zones of Earth [Text] /

И. Ю. Глинянова, Н. В. Асанова // *Environmental Science and Pollution Research*. - 2022. - Vol. 29, issue 47 (October). - P. 71380-71399. - DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-20865-z>.

493. Экологическая безопасность жилых зон населенных пунктов на основе мониторинга показателя кислотности аэрозолей [Электронный ресурс] / И. Ю. Глинянова // *Инженерный вестник Дона*. - № 9 (81). - 2021. - С. 292-299. - URL:<http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2021/7180> (дата обращения: 12.12.2022 г.).

494. Глинянова, И. Ю. Обеспечение экологической безопасности жилых зон населенных пунктов на основе мониторинга кислых примесей в атмосфере [Текст] / И. Ю. Глинянова // *Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки*. - 2021 - № 48 (3). - С. 93-98. DOI:10.21822/2073-6185-2021-48-3-93-98.

495. Глинянова, И. Ю. Экспресс-оценка экологического состояния жилых зон населенных пунктов с использованием комплекса аэрозольных показателей [Текст] / И. Ю. Глинянова // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура*. - 2022. - Вып. 3 (88). - С. 234-240.

496. Глинянова, И. Ю. Мониторинг экологической безопасности городской среды обитания (на примере р. п. Средняя Ахтуба) [Текст] / И. Ю. Глинянова // *Социология города*. - 2022. - № 1-2. - С. 59-67.

497. Глинянова, И. Ю. Мониторинг аэрозолей в атмосферном воздухе населенных пунктов населения [Электронный ресурс] / И. Ю. Глинянова // *Инженерный вестник Дона*. 2022. - № 2 (86). - С. 371-380. - URL:[http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_37\\_\\_2\\_glinyanova\\_doc..pdf\\_adb2d7b278.pdf](http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_37__2_glinyanova_doc..pdf_adb2d7b278.pdf) (дата обращения: 12.12.2022 г.).

498. Modeling the spread of ammonia in atmospheric air around a poultry farm [Text] / L. Wlazlo, B. Nowakowicz-Debek, M. Kulazynski [etc] // *Przemysl Chemiczny*. - 2018. - V. 97. - P. 645-647.

499. Younis, F. Respiratory health disorders associated with occupational exposure to bioaerosols among workers in poultry breeding farms [Text] / F. Younis, E.

Salem // Environmental Science and Pollution Research 2020. – V. 27. – P. 19869-19876.

500. Kucuktopcu, E. Comparison of neuro-fuzzy and neural networks techniques for estimating ammonia concentration in poultry farms [Text] / E. Kucuktopcu, B. Cemek // Journal of Environmental Chemical Engineering/ - 2021. – V. 9.

501. Modeling of particulate matter dispersion from a poultry facility using AERMOD [Text] / L. S. Hadlocon, L.Y. Zhao, G. Bohre [etc] // Journal of the air & waste management association. - 2015. - V. 65, issue 2. - P. 206-217. - DOI: 10.1080/10962247.2014.986306.

502. Roumeliotis TS Size fractionated particulate matter emissions from a broiler house in Southern Ontario, Canada [Text] // Science of the total environment. - 2007. - V. 383, issue1-3. - P. 174-182. – URL: DOI10.1016/j.scitotenv.2007.05.003.

503. Бочкарева, И. И. Птицефабрика как источник загрязнения окружающей среды [Текст] / И. И. Бочкарева, Е. А. Майманова // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. - 2019. - Т. 4, № 2. - С.106-111.

504. Утилизация навоза/помета на животноводческих фермах для обеспечения экологической безопасности территории, наземных и подземных водных объектов [Текст] : учеб. пособие / В. И. Могилевцев, А. Ю. Брюханов, Д. А. Максимов, Э.В. Васильев [и др.]. – Санкт-Петербург : Изд-во «ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии», 2012. - 238 с.

505. Сергиенко, Л. И. Исследование проблемы накопителей жидких отходов химической промышленности [Текст] / Сергиенко Л. И. Подколзин, Л. И. Сергиенко, М. М. Подколзин // Проблемы региональной экологии. - 2010. - № 1. - С. 255-257.

506. Лаврентьев, А. А. Загрязнение атмосферы в районе полигонов по переработке отходов [Текст] / А. А. Лаврентьев // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. - 2008. - № 1 (26). - С. 84-85.

507. Dincer, F. Chemical characterization of odorous gases at a landfill site by gas chromatography-mass spectrometry [Text] / F. Dincer, M. Odabasi, A. Muezzinoglu // Journal of Chromatography A. - 2006. – V. 1122. – P. 222-229.

508. Ipeaiyeda, A. R. Monitoring of SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> and NH<sub>3</sub> Emission from Burning of Solid Wastes at Awotan and Lapite Dumpsites, Ibadan, Nigeria [Text] / Ipeaiyeda AR, Falusi BA // South African Journal of Chemistry-Suid-Afrikaanse Tydskrif Vir Chemie. – 2018. – V. 71. –P. 166-173.

509. Investigation on the Emission and Diffusion of Hydrogen Sulfide during Landfill Operations [Text] / H. J. He, T. Wu, H. Xu, Y. H. Lu [etc] // A Case Study in Shenzhen. Sustainability, 2021. – P. 13.

510. Peter, A. E. Comprehensive analysis of inhalable toxic particulate emissions from an old municipal solid waste dumpsite and neighborhood health risks [Text] / A. E. Peter S. M. S. Nagendra, I. M. Nambi // Atmospheric Pollution Research. – 2018. – V. 9. – P. 1021-1031.

511. Доклад о состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2019 году / ред. кол.: В. Е.Сазонов [и др.] ; Комитет природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Волгоградской области. – Волгоград : Темпора,2020. - 300с.

512. Isolation and quantitative analysis of road dust nanoparticles [Text] / M. S. Ermolin, P. S. Fedotov, A. Ivaneev [etc] // Journal of analytical chemistry. - 2017. - V. 72, issue 5. - P. 520-532. - DOI: 10.1134/S1061934817050057.

513. Kibblewhite, M. G. Contamination of agricultural soil by urban and peri-urban highways: An overlooked priority? [Text] / M. G. Kibblewhite // Environmental pollution. - 2018. - V. 242. - P. 1331-1336. - DOI: 10.1016/j.envpol.2018.08.008.

514. Evaluation of vehicle emission in Yunnan province from 2003 to 2015 [Text] / W. D. Lv, Y. Hu, E. Li [etc] // Journal of cleaner production. 2019. - V. 207. - P. 814-825. - DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.09.227.

515. Estimating Summer Emissions from Land Transportation Vehicles Moving Along the Urban Roads [Text] / P. Krylov, O. N. Volodin, G. A. Zaitsev [etc] // Asian journal of water environment and pollution. - 2019. - V. 4. - P. 29-37. - DOI: 10.3233/AJW190046.

516. Jaworska, H. Heavy metal contents and enzymatic activity in soils exposed to the impact of road traffic [Text] / H. Jaworska, J. Lemanowicz // Scientific reports. - 2019. - V. 9. - DOI: 10.1038/s41598-019-56418-7.

517. Ahmadipour, F. Characterization, concentration and risk assessment of airborne particles using car engine air filter (case study: Tehran metropolis) [Text] / F. Ahmadipour, S. A. Esmaili, N. Bahramifar // *Environmental geochemistry and health*. - 2019. - V. 41, issue 6. - P. 2649-2663. DOI: 10.1007/s10653-019-00319-1.

518. Lichens "travelling" in smokers' cars are suitable biomonitors of indoor air quality [Text] / L. Paoli, C. Maccelli, M. Guarnieri, A. Vannini // *Ecological indicators*. - 2019. - V. 103. - P. 576-580. - DOI: 10.1016/j.ecolind.2019.04.058.

519. Levels, spatial distribution, risk assessment, and sources of environmental contamination vectored by road dust in Cienfuegos (Cuba) revealed by chemical and C and N stable isotope compositions [Text] / Y. Morera-Gómez, C. M. Alonso-Hernández, J. M. Santamaría [etc] // *Environmental science and pollution*. - 2020. - V. 27, issue 2. - P. 2184-2196. - DOI: 10.1007/s11356-019-06783-7.

520. Jose, J. Investigation of road dust characteristics and its associated health risks from an urban environment [Text] / J. Jose, B. B. Srimuruganandam // *Environmental geochemistry and health*. - 2020. - DOI: 10.1007/s10653-020-00521-6.

521. Glinyanova I. Small-dispersed dust chemical composition on the leaves of apricot trees (*Prúnus armeniaca*) in residential area [Text] / I. Glinyanova // *E3S Web of Conferences*. Vol. 138 : International Scientific Conference “Construction and Architecture: Theory and Practice for the Innovation Development” (CATPID-2019), Kislovodsk, Russia, October 1-5, 2019 / ed. A. Mottaeva. – [Published by: EDP Sciences], 2019. T.138. - 7 p. - DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913801021>

522. Hierarchy of the Kamchatkan ring structures and their relationship with linear faults / A. L. Benedik, G. G. Kocharyan, V. K. Markov, V. V. Nasedkin // *Geologiya I Geofizika*. - 1999. – V. 40. – P. 1749-1758.

523. Spray, J. G. Tectonic influences on the morphometry of the Sudbury impact structure: Implications for terrestrial cratering and modeling / J. G. Spray, H. R. Butler, L. M. Thompson // *Meteoritics & Planetary Science*. – 2004. – V. 39. – P. 287-301.

524. Stazhevsky, S. B. Origination and development mechanics of the Earth's morphostructures. Part II: The nature of diatrems, karst and trappean formations, and the Chicxulub crater origin [Text] / S. B. Stazhevsky // *Journal of Mining Science*. – 2012. – V. 48. – P. 55-70.

525. Reynolds, R. W. Physical volcanology and structural development of sierra-negra volcano, isabela-island, galapagos archipelago [Text] / R. W. Reynolds D. Geist, M. D. Kurz // Geological Society of America Bulletin. - 1995. – V. 107. – P. 1398-1410.

526. Entin, V. A. The possible degassing nature of some local structures of concentric and zonal structure on the territory of the Volyn-Podolye plate and the Western part of the Ukrainian Shield and the way of their subsequent study [Text] / V. A. Entin, S. I. Guskov, B. M. Dziuba // Geofizicheskiy Zhurnal-Geophysical Journal. – 2020. – V. 42. – P. 36-58.

527. Quantitative Hydrogeology of Volcanic Lakes: Examples from the Central Italy Volcanic Lake District [Text] / R. Mazza, S. Taviani, G. Capelli, De A. A. Benedetti [etc] // Volcanic Lakes. Advances in Volcanology. – 2015. – P. 355-377.

528. Volcanic Lakes [Electronic resource] / B. Christenson, K. Nemeth, D. Rouwet [etc] // Volcanic Lakes. Advances in Volcanology / eds.: D. Rouwet, B. Christenson, F. Tassi, J. Vandemeulebrouck. - Springer Nature, 2015. - P. 1 -20. - URL: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-36833-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-36833-2_1) (дата обращения: 11.09.2022).

529. Стрельников С. И. Русская плита [Текст] // Космическая информация. – М., 1983.

530. Soderberg, P. Gas seepages, gas eruptions and degassing structures in the sea-floor along the stromma tectonic lineament in the crystalline stockholm archipelago, East Sweden [Text] / P. Soderberg, T. Floden // Continental Shelf Research. – 1992. – V. 12. – P. 57.

531. Subsurface structure of the Canterbury region interpreted from gravity and aeromagnetic data [Text] / B. Davy, V. Stagpoole, D. Barker, J. Yu // New Zealand Journal of Geology and Geophysics. – 2012. – V. 55. – P. 185-191

532. Relation between alternating open/closed-conduit conditions and deformation patterns: An example from the Somma-Vesuvius volcano (southern Italy) [Text] / F. D. A. Tramparulo, S. Vitale, R. Isaia, A. Tadini [etc] // Journal of Structural Geology. – 2018. – V. 112. – P. 138-153.

533. Nama, E. E. Lineament detection on Mount Cameroon during the 1999 volcanic eruptions using Landsat ETM [Text] / E. E. Nama // International Journal of Remote Sensing. – 2004. – V. 25. – P. 501-510.

534. Study of seismic activity at Ceboruco Volcano (Nayarit, Mexico) in the period 2012 to 2014 [Text] / F. J. Nunez-Cornu, F. D. Escalona-Alcazar, D. Nunez [etc] // Journal of South American Earth Sciences. – 2020. – V. 98.

535. Nkono, C. Relationships between structural lineaments and Cenozoic volcanism, Tibesti swell, Saharan metacraton [Text] / C. Nkono, J. P. Liegeois, D. Demaiffe // Journal of African Earth Sciences. - 2018. – V. 145. – P. 274-283.

536. Немецкая карта окрестностей Сталинграда // Retromap.ru [сайт]. – URL: [http://retromap.ru/1419418\\_48.786961,45.159301](http://retromap.ru/1419418_48.786961,45.159301) (дата обращения: 11.09.2022).

537. Толмачев, М. П. Отчет о гидрогеологической съемке масштаба: 1: 200 000 листа М-38 XXУП за 1960 -1961 гг. [Электронный ресурс]. – реестр. № 3249013 / М. П. Толмачев ; Волгогр. фил. ФБУ «ТФГИ по ЮФО». – URL: <https://efgi.ru/object/3249013> (дата обращения: 18.03.2022).

538. Калачева, Е. Г. Химический состав вод и условия формирования верхне-юрьевских термальных источников (о. Парамушир, Курильские острова [Текст] / Е. Г. Калачева, Т.А. Котенко // Вестник КРАУНЦ. Сер.: Науки о земле. - 2013. - № 2, вып. 22. - С. 55-68.

539. Жарков, Р. В. Современная поствулканическая активность в кальдере Головнина (о. Кунашир, Курильские о-ва) [Текст] / Р. В. Жарков, Д. Н. Козлов // Мониторинг. Наука и технологии. – 2016. - № 1 (26). - С. 12-18.

540. Volcanoes buried in Te Riu-a-Maui/Zealandia sedimentary basins [Text] / A Bischoff, A. Barrier, M. Beggs [etc] // New Zealand Journal of Geology and Geophysics. – 2020. – V. 63. – P. 378-401.

541. Seismic reflection and petrographic interpretation of a buried monogenetic volcanic field (part 1) [Text] / A. Bischoff, M. Rossetti, A. Nicol, B. Kennedy // Bulletin of Volcanology. – 2019. – V. 81

542. Discovery of large-scale buried volcanoes within the Cenozoic succession of the Prawn Platform, offshore Otway Basin, southeastern Australia [Text] / Y. Niyazi, O. E. Eruteya, M. Warne, D. Ierodiaconou // Marine and Petroleum Geology. – 2021. – V. 123.

543. Quantification of carbon dioxide emissions of Ciomadul, the youngest volcano of the Carpathian-Pannonian Region (Eastern-Central Europe, Romania) [Text]

/ B. M. Kis, A. Caracausi, L. Palcsu, C. Baciuc [etc] // Journal of Volcanology and Geothermal Research. – 2017. – V. 341. - P. 119-130.

544. Harangi, S. Noble Gas and Carbon Isotope Systematics at the Seemingly Inactive Ciomadul Volcano (Eastern-Central Europe, Romania): Evidence for Volcanic Degassing [Text] / S. Harangi // Geochemistry Geophysics Geosystems. - 2019 - V. 20. – P. 3019-3043.

545. Топографическая карта. Волгоград. М-38-114. - 1 : 100 000. – URL: <http://mapm38.narod.ru/map1/im38114.html> (дата обращения: 13.10.2022).

546. Гурбанов А.Г., О.А. Богатиков О.А. и др. Приповерхностные магматические камеры «спящего» вулкана Эльбрус (Россия): новый вид дегазации расплава, ее геохимические особенности и рудная минерализация при активном участии сероводорода и других газов//Вестник Владикавказского научного центра. 2009. № 2.Т. 9. С. 24-36.

547. Глинянова, И. Ю. Сольфатарные поля как возможные источники загрязнения сероводородом урбанистических территорий [Текст] / И. Ю. Глинянова, В. Т. Фомичев // Биосферная совместимость: человека, регион, технологии. - 2020. - № 1 (29). - С. 56-69.

548. Гордеев, Е. И. Сейсмичность вулканов и контроль вулканической активности [Текст] / Е. И. Гордеев // Вестник ДВО РАН. - 2007. - № 2. - С. 38-45.

549. Guliev, I. Geodynamics of the deep sedimentary basin of the Caspian Sea region: paragenetic correlation of seismicity and mud volcanism [Text] / I. Guliev // Geomarine letters. - 2002. - V. 24, issue 3. - P. 169-176. - DOI:10.1007/s00367-004-0174-1.

550. Bruno, P. Structural setting of the Bay of Naples (Italy) seismic reflection data: implications for Campanian volcanism [Text] / P. Bruno // Structural setting of the Bay of Naples (Italy) seismic reflection data: implications for Campanian volcanism. - 2003. - V. 372, issue 3-4. - P. 193-213. - DOI:10.1016/S0040-1951(03)00327-5.

551. Martinic M. Historic record of volcanic and seismic precedents in Southern Patagonia and Tierra del Fuego [Text] // Magallania. - 2008. - V. 36, issue 2. - P. 5-18.

552. Koulakov, I. A view on processes beneath volcanoes through the prism of seismic tomography [Text] / I. Koulakov // Herald of the Russian academy of sciences. - 2013. - V. 83, issue 4. - P. 345-356. - DOI:10.1134/S1019331613040059.

553. Огаджанов, В. А. Проявления сейсмичности в Поволжье после сильных землетрясений в бассейне Каспийского моря [Текст] / В. А. Огаджанов // Физика Земли. - 2002. - № 4. - С. 48-54.

554. Огаджанов, В. А. Ощутимые землетрясения Волго-Прикаспийского региона и их тектоническая позиция [Текст] / В. А. Огаджанов, М. Ю. Маслова, А. В. Огаджанов // Недра Поволжья и Прикаспия. Региональный научно-технический журнал. - 2013. - № 74. - С. 71-83.

555. Determining the current size and state of subvolcanic magma reservoirs [Text] / G. Weber, L. Caricchi, J. L. Arce, A. K. Schmitt // Nature communications. - 2020. - V. 11, issue 1. - DOI10.1038/s41467-020-19084-2.

556. Васильев, А. В. Экологический мониторинг физических загрязнений на территории Самарской области. Снижение воздействия источников загрязнений: монография / А. В. Васильев. - Самара, 2009. – 139 с.

557. Развитие системы экологического мониторинга электромагнитных и инфразвуковых низкочастотных полей на застроенных территориях / М. В. Графкина, Б. Н. Нюнин, Е. Ю. Свиридова, Е. П. Теряева // Строительство уникальных зданий и сооружений. - 2012. - № 4 (4). - С. 70-76.

558. Графкина, М. В. Экологический мониторинг и повышение электромагнитной безопасности урбанизированных территорий вблизи линий электропередачи / М. В. Графкина, Е. Ю. Свиридова // Экология РФ : обзор проблем, динамики и текущего состояния окружающей среды : сб. ст. – Пермь, 2013. - С. 243-312.

559. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [Электронный ресурс] : СанПиН 1.2.3685-21: утв. Гл. сан. врачом РФ от 28.01.2021. N 2. – URL: <https://base.garant.ru/400274954/> (дата обращения: 10.12.2022).

560. Assessment of RF exposures from emerging wireless communication technologies in different environments [Text] / W. Josef, L. Verloock, F. Goeminne, G. Vermeeren [etc] // Health physics. - 2012. - V. 102, issue 2. - P. 161-172. - DOI:10.1097 / HP.0b013e31822f8e39.

561. Measuring personal exposure from 900 MHz mobile phone base stations in Australia and Belgium using a novel personal distributed exposimeter [Electronic resource] / C. R. Bhatt, A. Thielens, M. Redmayne, G. Abramson [etc] // Environment International. – 2016. - 92–93. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.03.032> (дата обращения: 10.12.2022).

562. Коротаев, В. Н. Геоморфология и стадии развития Волго-Ахтубинской поймы [Текст] / В. Н. Коротаев, Г. И. Рычагов, А. В. Чернов // Древние и современные долины и реки: история формирования, эрозионные и русловые процессы : межвуз. сб. / под ред. Р. С. Чалова. - Волгоград : Изд. ВГПУ, 2010. - С. 66–75.

563. Синяков, Н. П. Тектоника [Текст] / Н. П. Синяков // Геология Доно-Волжского Междуречья. - Москва, 1960. - С.101-111.

564. Горецкий, Г. И. Формирование долины р. Волги в раннем и среднем антропогене [Текст] / Г. И. Горецкий. – Москва :Наука,1966. - 412 с.

565. Kulongoski, J. T. Source and movement of helium in the eastern Morongo groundwater Basin: The influence of regional tectonics on crustal and mantle helium fluxes [Text]/ J. T. Kulongoski, D. R. Hilton, J. A. Izbicki // Geochimica Et Cosmochimica Acta. – 2005. – V. 69. – P. 3857-3872.

566. Архив ГБУК ОНПЦ. б/н.

567. Археологическое наследие Волгоградской области. К 100-летию Волгоградского краеведческого музея [Текст] / под ред. А. С. Скрипкина. – Волгоград : Издатель, 2013. - 288 с. : ил. с. 62.

568. СГЭ [Текст]. - 1959. - Вып. 16. - С. 41–45 : ил.

569. Калиновский курганный могильник : [Волгоград. обл.] [Текст] // МИА. - № 60. - С. 323–523 : ил., карты.

570. Шилов, В. П. О древней металлургии и металлообработке в Нижнем Поволжье [Текст] / В. П. Шилов // Древности Нижнего Поволжья. – Москва : АН СССР, 1959. - С. 11-38. - (МИА; № 60).

571. Каргалы [Текст] / сост. Е. Н. Черных. – Москва : Языки славянской культуры, 2007. – Т. V. - 199 с.

572. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Волгоградской области в 2018 году» – URL: <http://34.rospotrebnadzor.ru/content/282/9772/> (дата обращения: 21.09.2021).

573. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Волгоградской области в 2019 году» – URL: <https://34.rospotrebnadzor.ru/content/282/10715/> (дата обращения: 18.03.2021).

574. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Волгоградской области в 2020 году» – URL: <https://34.rospotrebnadzor.ru/content/282/11816/> (дата обращения: 03.08.2022).

575. Химический состав и минералогия базальтов вулкана Меньший Брат (о. Итуруп, Курильские острова) [Текст] / М. В. Чибисова, А. В. Рыбин, Ю. А. Мартынов, В. М. Округин // Вестник КРАУНЦ. - 2009. - № 1, вып. № 13. - С. 178-186).

576. Petrova, V. Composition and Origin of Lavas from the Minami-Hiyoshi Submarine Volcano (Mariana Arc) [Text] / V. Petrova // Doklady earth sciences. - 2019. - V. 485, issue 1. - P. 238-241. - DOI: 10.1134/S1028334X19030140.

577. The acid volcanic lake of Santa Ana volcano, El Salvador [Text] / A. Bernard, C. D. Escobar, A. Mazot, R. E. Gutierrez // Natural hazards in el Salvador. - 2004. - V. 375. - P. 1221-133. - DOI:10.1130/0-8137-2375-2.121.

578. Na<sub>10</sub>CaCu<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)(8), a new fumarolic sulfate from the Great Tolbachik fissure eruption, Kamchatka Peninsula, Russia [Text] / S. K. Filatov, A. P. Shablinskii, S. V. Krivovichev, L. P. Vergasova // Mineralogical Magazine. – 2020. – V. 84. – P. 691-698.

579. Belomarinaite KNa(SO<sub>4</sub>): A new sulfate from 2012-2013 Tolbachik Fissure eruption, Kamchatka Peninsula, Russia [Text] / S. K. Filatov, A. P. Shablinskii, L. P. Vergasova, O. U. Saprikina [etc] // Mineralogical Magazine. – 2019. – V. 83. – P. 569-575.

580. Bradaczekite,  $\text{NaCu}_4(\text{AsO}_4)(3)$ , a new mineral species from the Tolbachik volcano, Kamchatka Peninsula, Russia [Text] / S. K. Filatov, L. P. Vergasova, M. G. Gorskaya, S. V. Krivovichev [etc] // *Canadian Mineralogist*. -2001. - V. 39. – P. 1115-1119

581. Markert, B. Establishing of “Reference plant” for inorganic characterization of different plant species by chemical fingerprinting [Text] / B. Markert // *Water, Air and Soil Pollution*. – 1992. - Vol. 64. - P. 533–538. DOI: 10.1007/BF00483363.

582. Ковальский, В. В. Геохимическая экология [Текст] / В. В. Ковальский. – М. : Наука, 1974. - 300 с.

583. О возможности фитомониторинга радиоактивных веществ ( $^{90}\text{Sr}$ ) на стадии предпроектной подготовки строительства [Текст] / И. Ю. Глинянова, В. Н. Азаров, В. Н. Городничая [и др.] // *Экология урбанизированных территорий*. - 2018. - № 4. - С. 46-50.

584. Глинянова, И. Ю. Оценка экологического состояния территории перспективного жилищного строительства в стадии предпроектных работ (на примере земельного отвода под жилищное строительство, Кировский район, г. Волгоград) [Текст] / И. Ю. Глинянова, В. Т. Фомичев, Д. А. Землянский // *Социология города*. - 2020. - № 4. - С. 69-79.

585. Glinyaynova, I. Eco-phytomonitring in ensuring radiological safety of urban buildings [Text] / A. Gorodnichaya, I. Glinyaynova, V. Pogorelova // *E3S Web of Conferences*. Vol. 138 : International Scientific Conference “Construction and Architecture: Theory and Practice for the Innovation Development” (CATPID-2019), Kislovodsk, Russia, October 1-5, 2019 / ed. A. Mottaeva. – [Published by: EDP Sciences], 2019. - 7 p. - DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913801022>.

586. Rudnick, R. L. Composition of the continental crust [Text] / R. L. Rudnick., S. Gao // *Treatise on Geochemistry*. - 2003. - Vol. 3. The Crust. Elsevier Sci. - P. 1-4.

587. Беус, А. А. Геохимия окружающей среды [Текст] / А. А. Беус, Л. И. Грабовская, Н. В. Тихонова. – М. : Недра, 1976. - 248 с.

588. Survey of chemical exposures in a viscose rayon plant [Text] / M. Vanhoorne, L. Vandenberghe, A. Devreese, E. Tjtgat // *Annals of Occupational Hygiene*. – 1991. – V. 35. –P. 619-631.

589. Bakr, R. A. Risk level investigation of hydrogen sulfide and carbon monoxide from refinery in Erbil [Text] / R. A. Bakr, H. Kivrak // International Journal of Ecosystems and Ecology Science-Ijees. - 2017. – V. 7. – P. 619-634.

590. Rapidly changing coal-related city-level atmospheric mercury emissions and their driving forces [Text] / Y. Q. Guo, L. Xiao, B. Chen, Z. J. Wu [etc] // Journal of Hazardous Materials. – 2021. – V. 411.

591. Gas hazard induced by methane and hydrogen sulfide seepage in the NW Peloponnesus petroliferous basin (Greece) [Text] / G. Etiope, G. Papatheodorou, D. Christodoulou, P. Favali [etc] // Terrestrial Atmospheric and Oceanic Sciences. – 2005. – V. 16. –P. 897-908.

592. On-site measurements of hydrogen sulfide and sulfur dioxide emissions from tidal flat sediments of Ariake Sea, Japan [Text] / M. A. K. Azad, S. Ohira, M. Oda, K. Toda // Atmospheric Environment. – 2005. – V. 39. – P. 6077-6087.

593. Berresheim, H Distribution of atmospheric sulfur species over various wetland regions in the southeastern USA [Text] / H. Berresheim // Atmospheric Environment Part a-General Topics. – 1993. – V. 27. – P. 211-221.

594. Diffuse volcanic gas emission and thermal energy release from the summit crater of Pico do Fogo, Cape Verde [Text] / S. M. Dionis, G. Melian, F. Rodriguez, P. A. Hernandez [etc] // Bulletin of Volcanology. – 2015. – V. 77.

595. Sullivan, S. Ammonia emissions to air from sugar beet processing: Source testing results [Text] / S. Sullivan, H. Chen, A. Ogrey // Zuckerindustrie. – 1997. – V. 122. – P. 956-958.

596. Accorsi, C. A. Ammonia stripping from condensate and spent carbonation gas [Text] / C. A. Accorsi // Zuckerindustrie. – 1998. – V. 123. – P. 871-875.

597. Characteristics of greenhouse gas emissions from an anaerobic wastewater treatment system in a natural rubber processing factory [Text] / D. Tanikawa, T. Watari, T. C. Mai, M. Fukuda [etc] // Environmental Technology. - 2019. – V. 40. – P. 2954-2961.

598. Murawska, A. The Progress of Sustainable Management of Ammonia Emissions from Agriculture in European Union States Including Poland-Variation,

Trends, and Economic Conditions [Text] / A. Murawska, P. Prus // Sustainability. – 2021. – V. 13

599. Langford, A. O. Fcnatural vegetation as a source or sink for atmospheric ammonia - a case-study [Text] / A. O. Langford, F. C. Fehsenfeld // Science. – 1992. – V. 255. – P. 581-583.

600. Global oceanic emission of ammonia: Constraints from seawater and atmospheric observations [Text] / F. Paulot, D. J. Jacob, M. T. Johnson, T. G. Bell [etc] // Global Biogeochemical Cycles. – 2015. – V. 29. –P. 1165-1178.

601. Ammonia in the environment: From ancient times to the present [Text] / M. A. Sutton, J. W. Erisman, F. Dentener, D. Moller // Environmental Pollution. – 2018. – V. 156. –P. 583-604.

602. Enhancement of primary productivity in the western North Pacific caused by the eruption of the Miyake-jima Volcano [Text] / M. Uematsu, M. Toratani, M. Kajino, Y. Narita, Y. Senga [etc] // Geophysical Research Letters. – 2004. – V. 31.

603. Modelling the spatial distribution of ammonia emissions from seabirds in the UK [Text] / L. J. Wilson, P. J. Bacon, J. Bull, U. Dragosits [etc] // Environmental Pollution. – 2004. – V. 131. – P. 173-185.

604. Influence of industry on the geochemical urban environment of Mieres (Spain) and associated health risk [Text] / J. Loredó, A. Ordoñez, S. Charlesworth, E. De Miguel // Environmental Geochemistry and Health. – 2003. – V. 25. – P. 307-323.

605. In situ measurements of speciated atmospheric mercury and the identification of source regions in the Mexico City Metropolitan Area [Text] / A. P. Rutter, D. C. Snyder, E. A. Stone, J. J. Schauer [etc] // Atmospheric Chemistry and Physics. - 2009. – V. 9. –P. 207-220.

606. Rapidly changing coal-related city-level atmospheric mercury emissions and their driving forces [Text] / Y. Q. Guo, L. Xiao, B. Chen, Z. J. Wu [etc] // Journal of Hazardous Materials. – 2001. – V. 411.

607. Volcano related atmospheric toxicants in Hilo and Hawaii Volcanoes National Park: Implications for human health [Text] / J. P. Michaud, D. Krupitsky, J. S. Grove, B. S. Anderson [etc] // Neurotoxicology. – 2015. – V. 26. – P. 555-563.

608. Mercury fluxes from volcanic and geothermal sources: an update [Text] / E. Bagnato, G. Tamburello, G. Avard, M. Martinez-Cruz // Role of Volatiles in the Genesis, Evolution and Eruption of Arc Magmas. Geological Society Special Publication. – 2015. – V. 410. – P. 263-285.

609. Distribution of atmospheric gaseous elementalmercury (Hg(0)) fromthe Sea Oof Japan to the Arctic, and Hg(0) evasion fluxes in the Eastern Arctic Seas: Results from a joint Russian-Chinese cruise in fall 2018 [Text] / V. V. Kalinchuk, E. A. Lopatnikov, A. S. Astakhov, M. V. Ivanov [etc] // Science of the Total Environment. – 2021. – V. 753.

610. Studies on the levels of sulfur-dioxide, nitrogen-dioxide, ammonia, and hydrogen-chloride in ambient air of Harare, Zimbabwe [Text] / S. B. Jonnalagadda, M. Nyagani, P. Sawunyama, R. Baloyi // Environment International. – 1991. – V. 17. – P. 461-467.

611. Measurements of gaseous HONO, HNO<sub>3</sub>,SO<sub>2</sub>, HCl, NH<sub>3</sub>, particulate sulfate and PM<sub>2.5</sub> in New York, NY [Text] / Bari A, Ferraro V, Wilson LR, Luttinger D // Atmospheric Environment. – 2003. – V. 37. – P. 2825-2835.

612. Emissions Control of Hydrochloric and Fluorhydric Acid in cement Factories from Romania [Text] / G. Voicu, C. Ciobanu, I. A. Istrate, P. Tudor // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2020. – V. 17.

613. Rouwet, D. Isotope Fractionation and HCl Partitioning During Evaporative Degassing from Active Crater Lakes [Text] / D. Rouwet // Volcanic Lakes. Advances in Volcanology / eds.: D. Rouwet, B. Christenson. – Springer, 2015. – P. 179-200.

614. Major-ion bulk deposition around an active volcano (Mt. Etna, Italy) [Text] / A. Aiuppa, S. Bellomo, L. Brusca, W. D'Alessandro [etc] // Bulletin of Volcanology. – 2006. – V. 68. – P. 255-265.

615. Geochemistry of gas and water discharge from the magmatic-hydrothermal system of Guallatiri volcano, northern Chile [Text] / M. Inostroza, F. Tassi, F. Aguilera, J. P. Sepulveda [etc] // Bulletin of Volcanology. – 2020. – V. 82.

616. Pollution sources assessment of the environment with natural radionuclides and heavy metals in aries river basin [Text] / E. V. Ionita, A. Woinaroschy, E. Panturu,

A. D. Radu // University Politehnica of Bucharest Scientific Bulletin Series B-Chemistry and Materials Science. - 2017. – V. 79. –P. 49-56.

617. Concentrations, Spatial Distributions, and Sources of Heavy Metals in Surface Soils of the Coal Mining City Wuhai, China [Text] / Q. W. Bu, Q. S. Li, H. D. Zhang, H. M. Cao [etc] // Journal of Chemistry. - 2020. – V. 10.

618. Effects of the 17 August, 1999 earthquake on the heavy metal composition of thermal waters in the Marmara Region, Northwest Turkey: Is it a precursor [Text] / T. Yalcin, F. Suner, W. Balderer, E. Bozkurtoglu // Journal of the Geological Society of India. – 2003. – V. 62. – P. 549-557.

619. Baykara, O. Assessment of natural radioactivity and heavy metals in water and soil around seismically active area [Text] / O. Baykara, M. Dogru // Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. – 2010. – V. 283. –P. 547-553.

620. Rudnik, V. A. Pathogenic effect of fault zones in the urban environment [Text] / Rudnik VA, Melnikov EK // Man and the Geosphere. -New York : Nova Science Publishers, 2010. – P. 169-183.

621. Changes in the Concentration of Trace Elements and Heavy Metals in El Chichon Crater Lake Active Volcano [Text] / B. Pena-Ocana, I. Velazquez-Rios, R. Alcantara-Hernandez, C. Ovando-Ovando [etc] // Polish Journal of Environmental Studies. – 2021. – V. 30. – P. 295-304.

622. Metal concentrations in recent ash fall of Popocatepetl volcano 2016, Central Mexico: Is human health at risk? [Text] / V. C. Shruti, P. F. Rodriguez-Espinosa, E. Martinez-Tavera, D. Hernandez-Gonzalez // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2018. – V. 162. – P. 324-333.

**Приложения:**  
**Приложение А**  
(справочное)

**Местоположение населенного пункта Светлый Яр  
(Светлоярский район, Волгоградская область)**

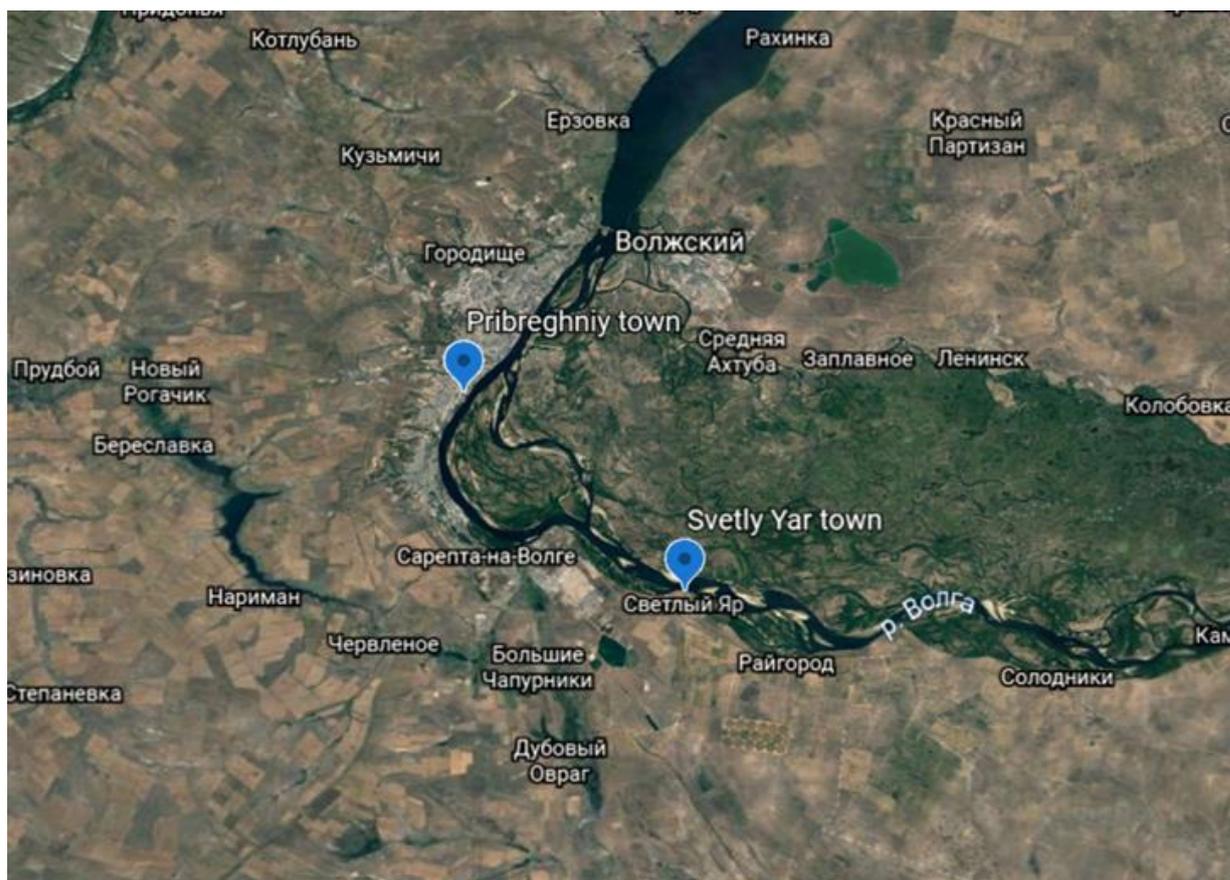


Рисунок А.1 – Местоположение населенного пункта Светлый Яр Волгоградской области и условно чистой зоны (пос. Прибрежный, Волгоград) [335]

**Приложение Б**  
(справочное)

**Сравнительный анализ средних значений  
выборок по аэрозольным показателям в условно чистой зоне  
и в селитебной зоне поселка Светлый Яр**

Таблица Б.1 Сравнительный анализ средних значений  
выборок по показателю кислотности (рН) в условно чистой зоне и в селитебной  
зоне поселка Светлый Яр [335]

Среднее значение (условно чистая зона)	Среднее значение (экспериментальная зона)	$t_{расч}$	$t_{крит}$	Нижняя граница 95 % интервала	Значение разности	Верхняя граница 95 % интервала
6,46	4,56	53,4	2,04	1,83	1,9	1,97

Таблица Б.2 Сравнительный анализ средних значений  
выборок по показателю удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) в условно  
чистой зоне и в селитебной зоне поселка Светлый Яр [335]

Среднее значение (условно чистая зона)	Среднее значение (экспериментальная зона)	$t_{расч}$	$t_{крит}$	Нижняя граница 95 % интервала	Значение разности	Верхняя граница 95 % интервала
37,61	130,41	359,5	2,04	92,277	92,793	93,31

Таблица Б.3 Описательные статистики показателя кислотности (рН)  
аэрозольных суспензий из условно чистой зоны [335]

Среднее	Стандартная ошибка	Медиана	Мода	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Эксцесс	Асимметричность	Счет
6,463333	0,022223	6,5	6,4	0,121721	0,014816	-0,2773	0,035692	30

Таблица Б.4 Описательные статистики показателя кислотности (рН) аэрозольных суспензий из Светлого Яра, Волгоградская область (экспериментальная территория) [335]

Среднее	Стандартная ошибка	Медиана	Мода	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Эксцесс	Асимметричность	Счет
4,56	0,027792	4,55	4,5	0,152225	0,023172	-0,8377	-0,0151	30

Таблица Б.5 Описательные статистики показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) аэрозольных суспензий пос. Прибрежное, Волгоград (условно чистая зона) [335]

Среднее	Стандартная ошибка	Медиана	Мода	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Эксцесс	Асимметричность	Счет
37,617	0,1901	37,35	36,5	1,0413	1,0842	-0,4194	0,61909	30

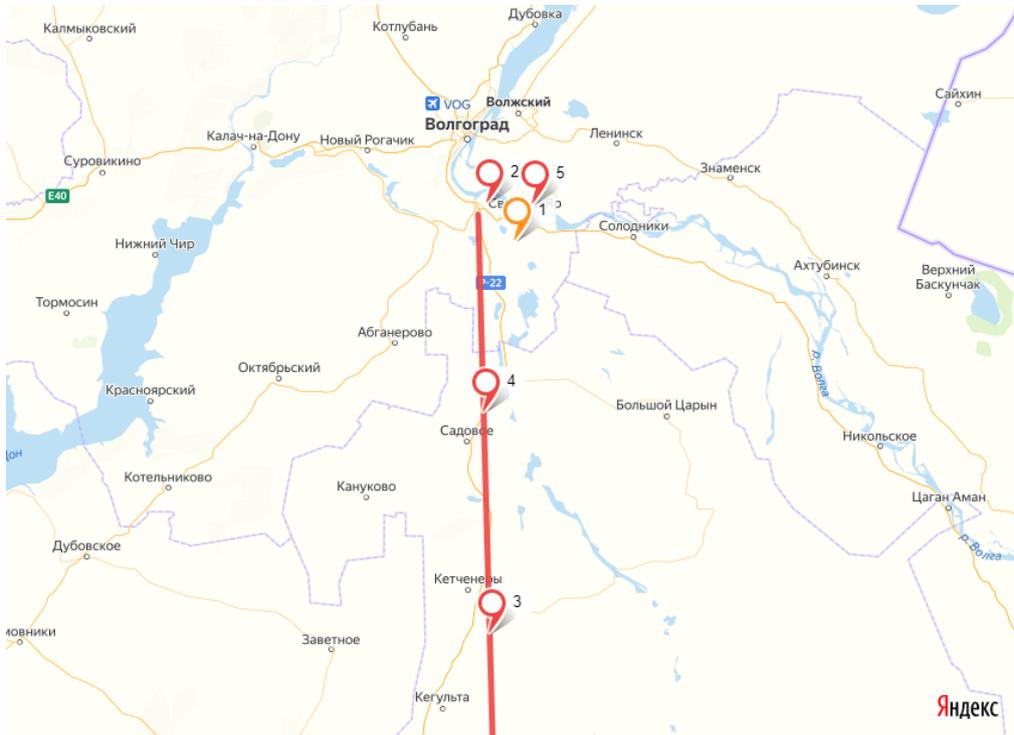
Таблица Б.6 Описательные статистики показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) аэрозольных суспензий населенного пункта Светлый Яр (Волгоградская область), (экспериментальная территория) [335]

Среднее	Стандартная ошибка	Медиана	Мода	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Эксцесс	Асимметричность	Счет
130,41	0,17455	130,4	131,4	0,956052	0,914034	-0,7993	-0,0629	30

## Приложение В

### (справочное)

#### Местоположение геоактивных зон, кольцевых структур



Условные обозначения: 1 - Светлоярский соляной купол; 2 - кольцевая структура; 3 - центр Калмыцкой кольцевой структуры; 4 - тектонический разлом пересекающий Светлоярский район; 5 - тектонический разлом (русло р. Волга)

Рисунок В.1 – Ситуационная карта геоактивных зон в Светлоярском районе Волгоградской области и республики Калмыкия [335]

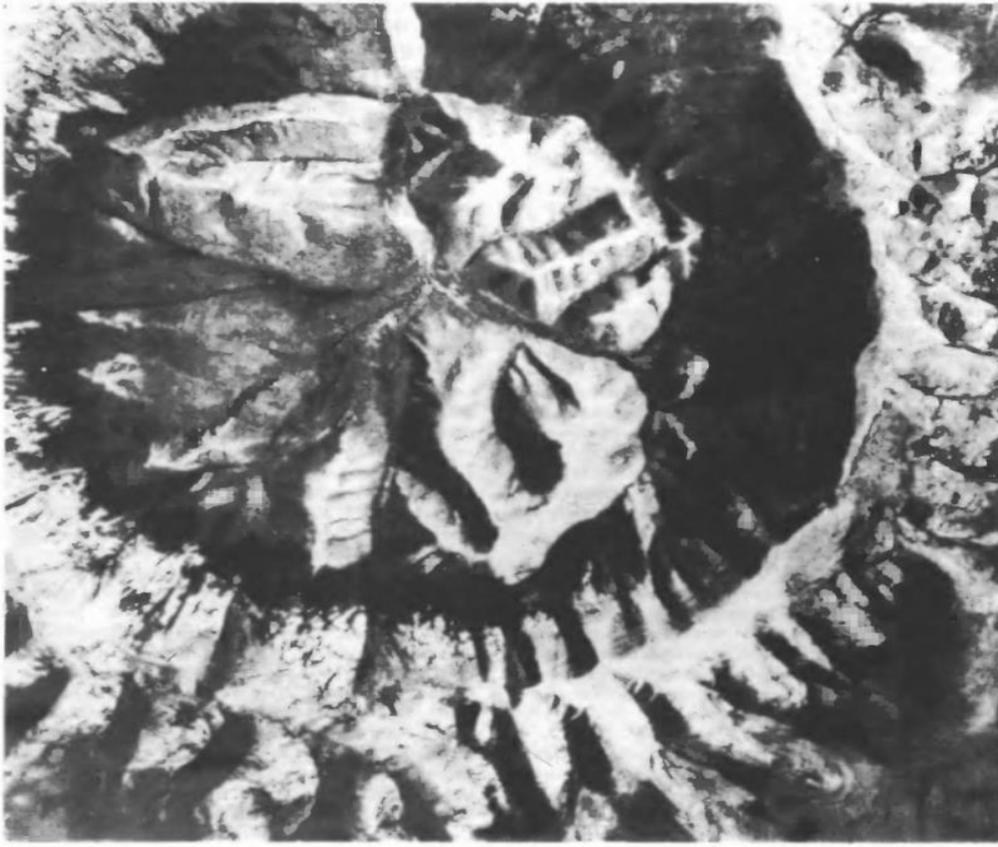


Рисунок В.2 –  
Аэрофотоснимок  
кольцевой  
структуры  
(Дальний Восток)  
[358]

## Приложение Г (справочное)

### Местоположение территорий исследования и отбора проб в Саратовской и Волгоградской областях

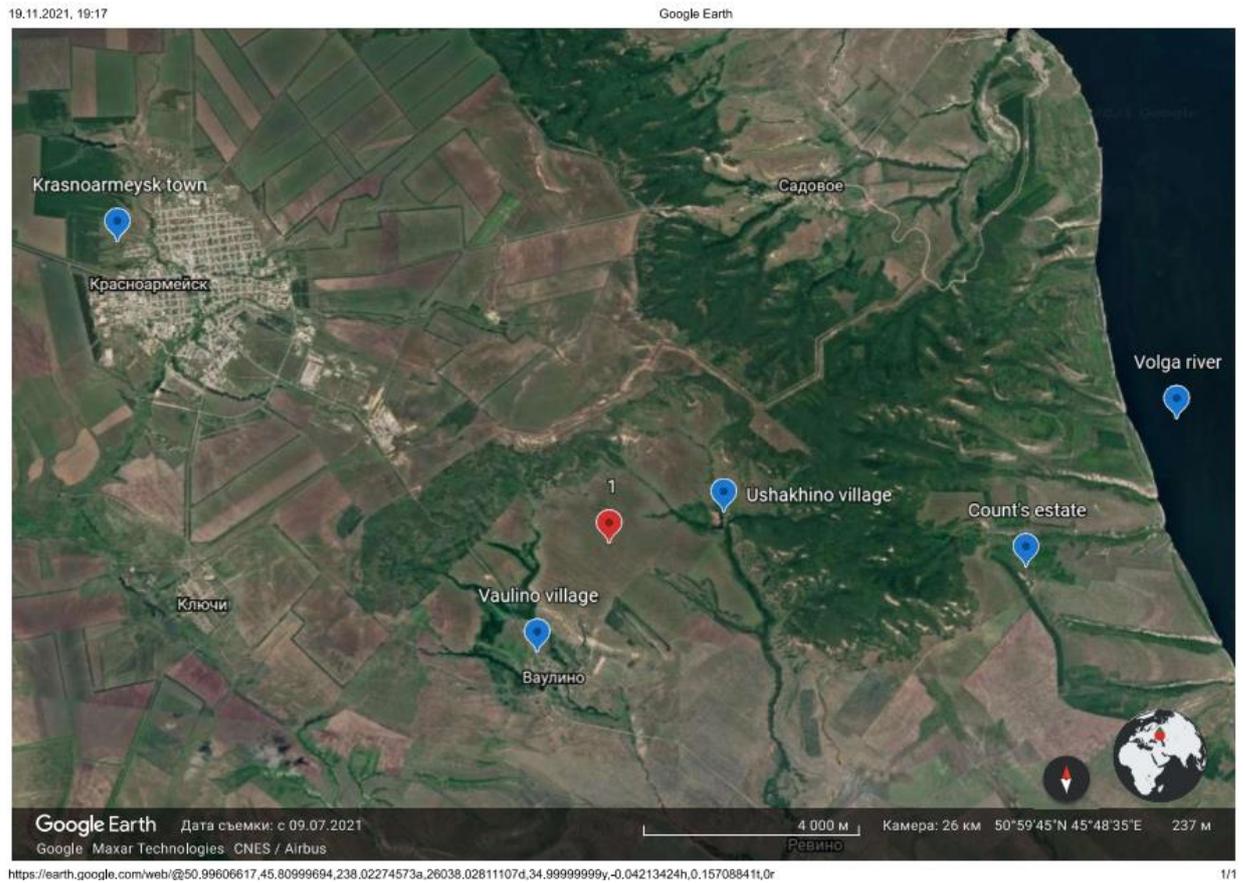


Рисунок Г.1 – Ситуационная карта расположения перспективного земельного участка ( $S = 1 \text{ км}^2$ ) сельскохозяйственного назначения (1) (Красноармейский район, Саратовская область)

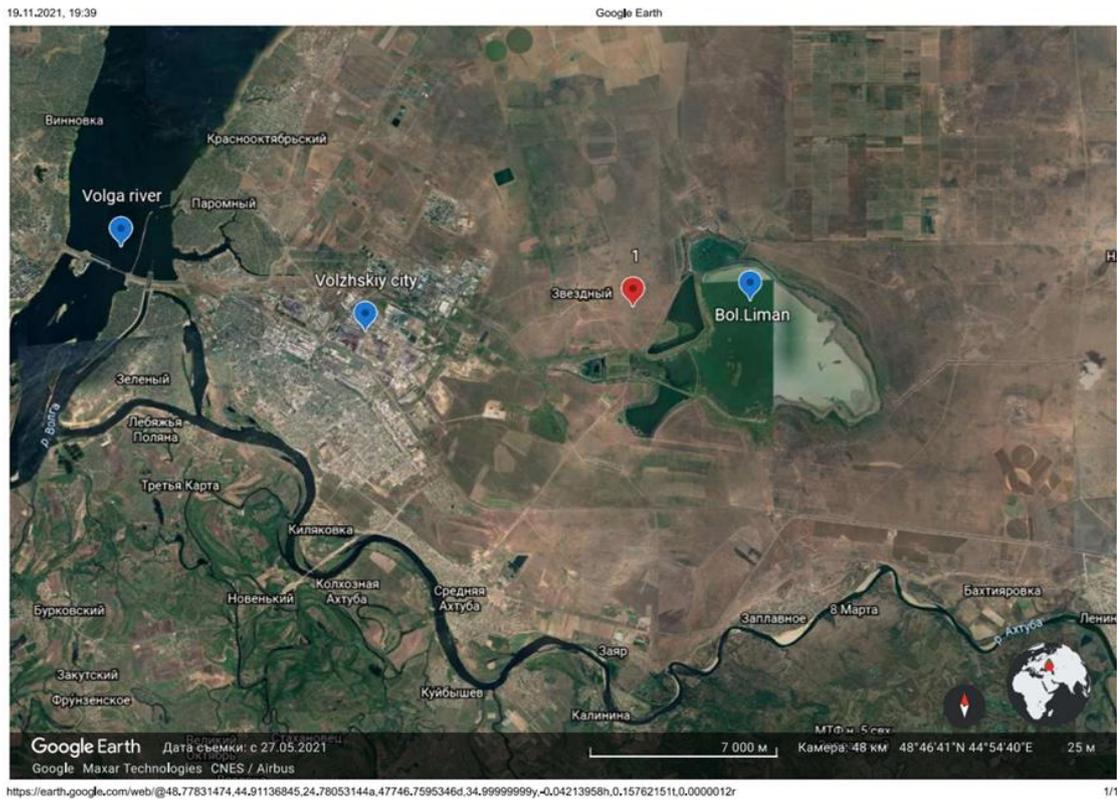


Рисунок Г.2 – Ситуационная карта расположения земельного участка ( $S = 1 \text{ км}^2$ ) вблизи пруда-накопителя жидких химических отходов города Волжского (1) (Среднеахтубинский район, Волгоградская область)

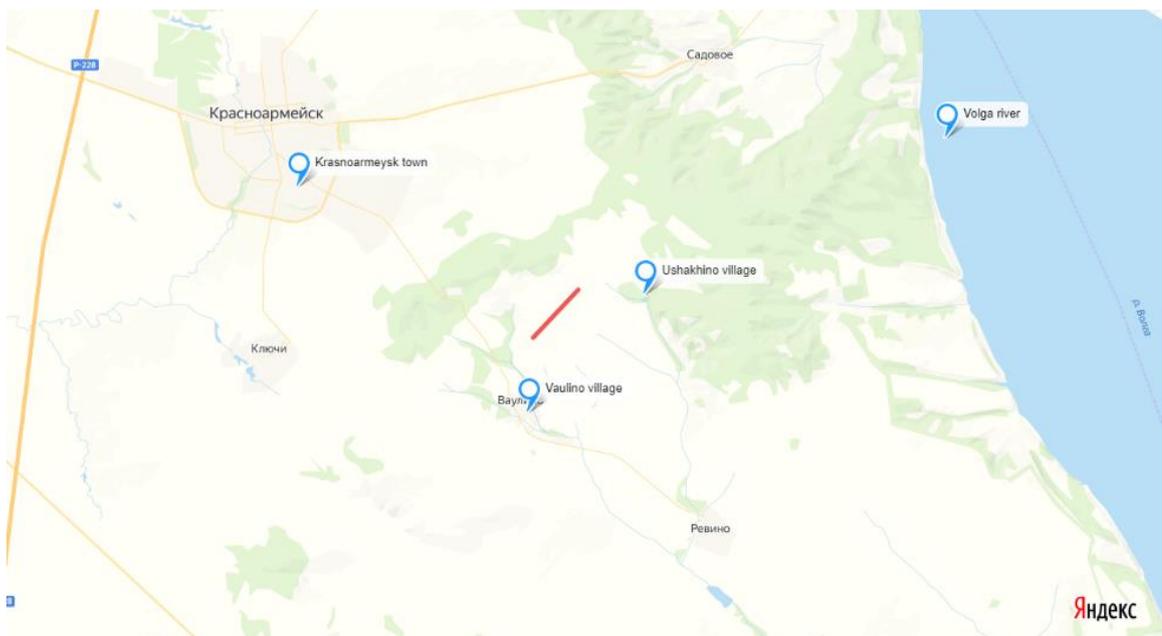


Рисунок Г.3 – Ситуационная карта профиля отбора проб растительного материала (Красноармейский район, Саратовская область)

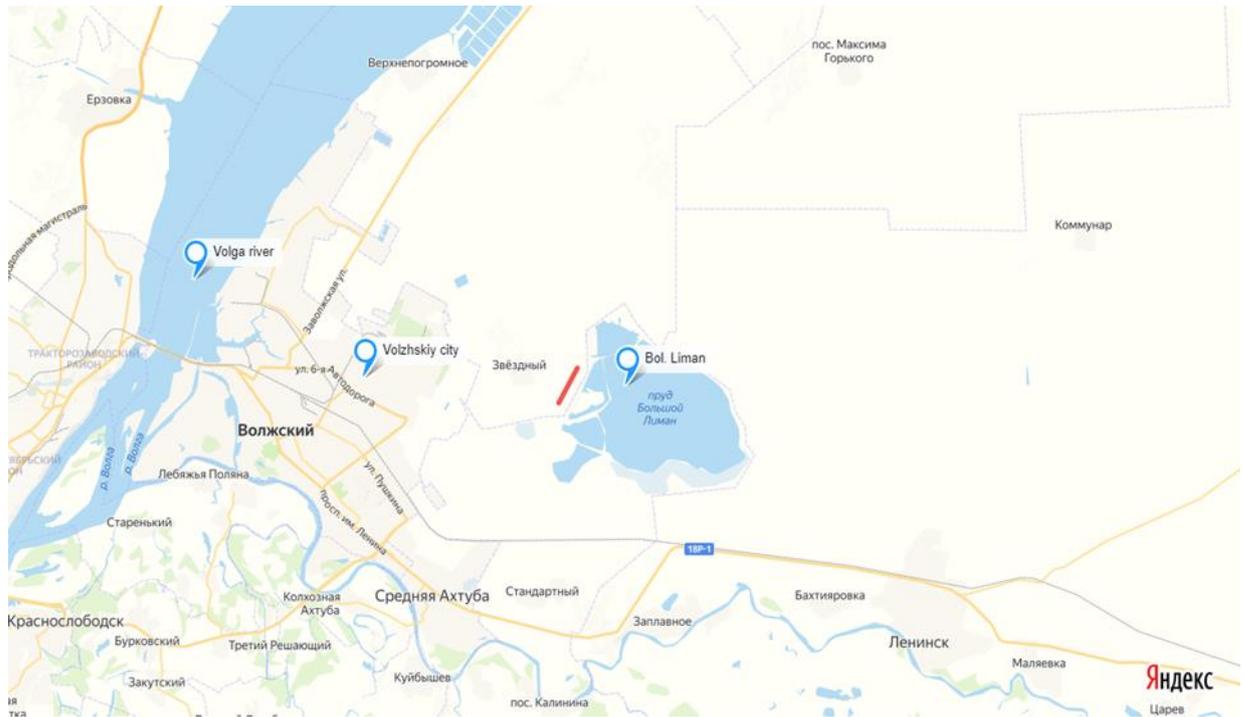
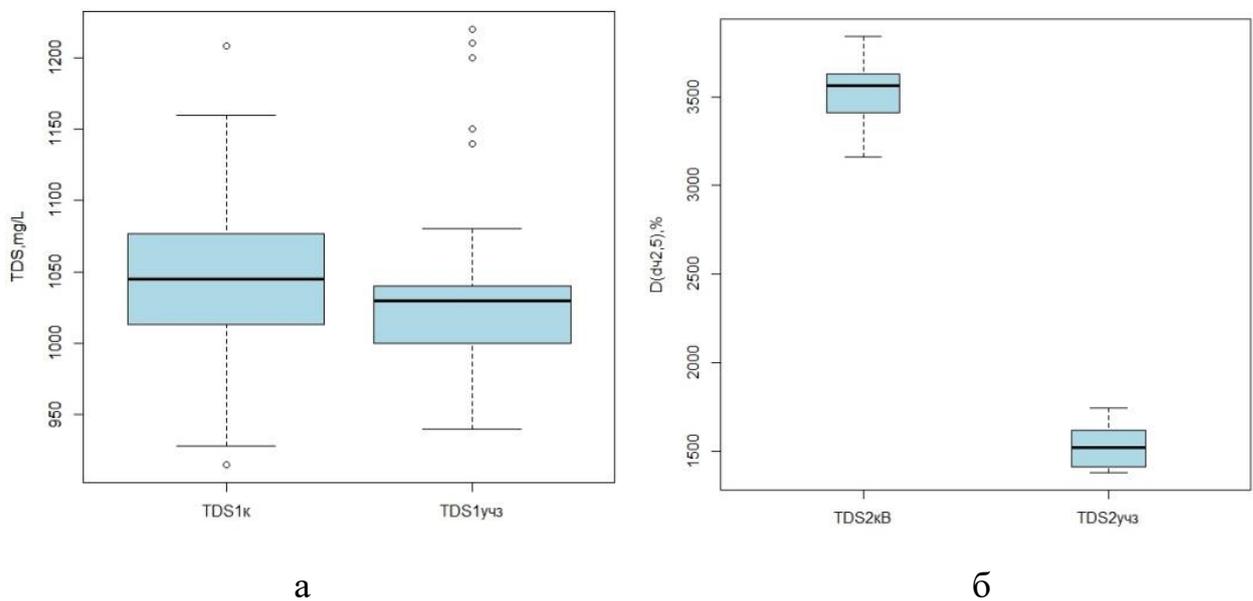


Рисунок Г.4 – Ситуационная карта профиля отбора проб растительного материала (Волжский, Волгоградская область)

**Приложение Д**  
(справочное)

**Результаты проверки гипотезы о статистически значимых различиях между значениями показателей общей минерализации (TDS, мг/л) травяных настоев с применением критерия Т-Вилкоксона. Местоположение отбора проб воды из природных источников**



- а – TDS1<sub>учз</sub> (показатель общей минерализации травяных настоев (*Artemisia austriaca*) из условно чистой зоны (земельный участок между пос. Ваулино и урочищем Ушахино, Красноармейский район, Саратовская область): (maceration № 1); TDS1<sub>к</sub> (показатель общей минерализации травяных настоев (*Artemisia austriaca*) с территории техногенной нагрузки вблизи пруда-испарителя «Большой Лиман» (г. Волжский, Волгоградская область): (мацерация № 1);
- б – TDS2<sub>учз</sub> (показатель общей минерализации травяных настоев (*Artemisia austriaca*) из условно чистой зоны (земельный участок между пос. Ваулино и урочищем Ушахино, Красноармейский район, Саратовская область): (maceration № 2); TDS2<sub>к</sub> (показатель общей минерализации травяных настоев (*Artemisia austriaca*) с территории техногенной нагрузки вблизи пруда-испарителя «Большой Лиман» (г. Волжский, Волгоградская область): (мацерация № 2)

Рисунок Д.1 – Диаграммы размаха значений показателя общей минерализации (TDS, мг/л) травяных настоев

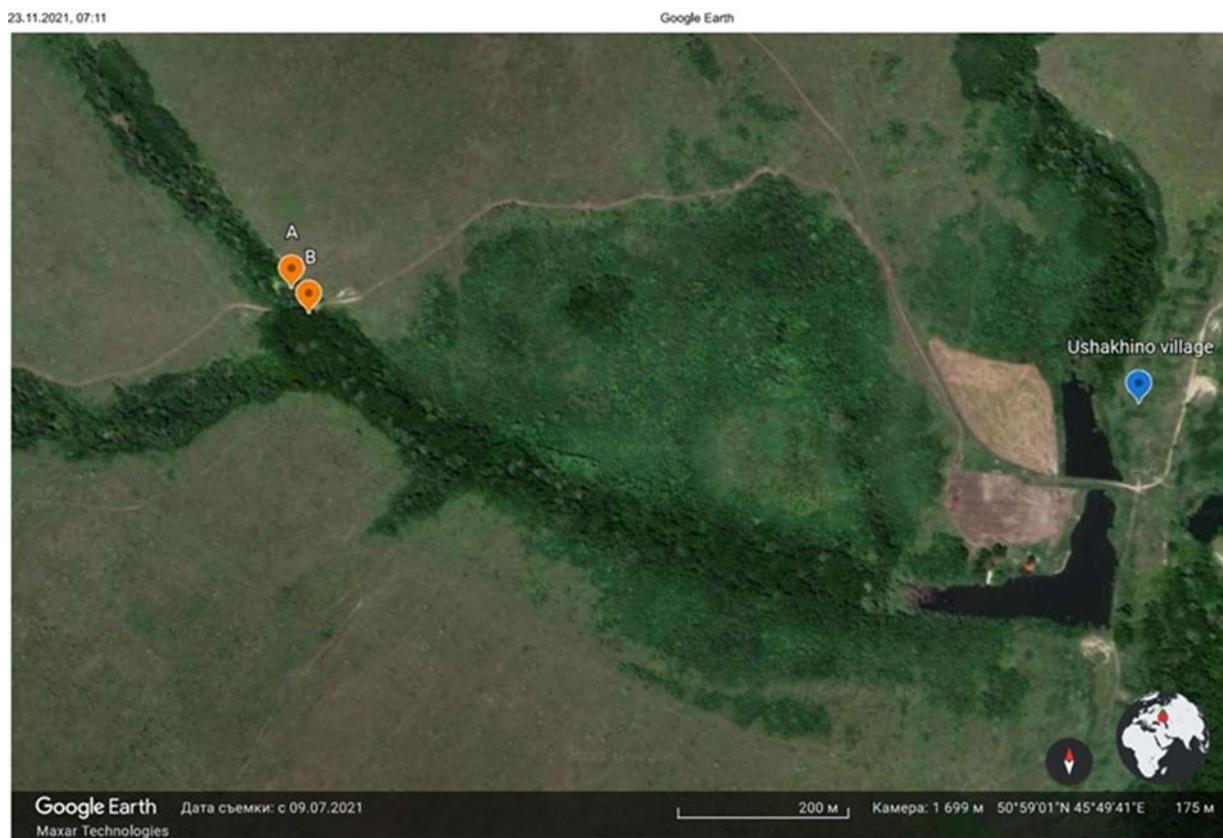


Рисунок Д.2 – Местоположение отбора проб воды из природных источников: озеро (А); родник (В) близ урочище Ушахино (Ushakhino vilaage), (деревня существовала до 1917 года)

**Приложение Ж**  
(справочное)

**Сравнительная характеристика значений  
химических элементов природных вод Саратовской области (Россия)  
(в районе урочища Ушахино) и термальных вод  
известных вулканических областей мира**

Таблица Ж.1 Сравнительная характеристика значений химических элементов природных вод Саратовской области (Россия) (в районе урочища Ушахино) и термальных вод известных вулканических областей мира (разные временные диапазоны вулканических извержений)

Элементы, мг/л	Вулканические области					
	Урочище Ушахино (Саратовская область, Россия), точка А (рис.Г.5)	Урочище Ушахино (Саратовская область, Россия), точка А (рис.Г.5)	Logudoro (о-в Сардиния, извержение 3,9-0,1 млн лет назад (Cuccuru et al., 2020)	Sabalan (Иран) / извержение 20-70000 лет назад (Modabberi & Jahromi Yekta, 2014)	Мутновский вулкан, Камчатка (Россия)** / извержение 10 лет назад (Bortnikova et al., 2009)	Мутновский вулкан, Камчатка (Россия)***/ извержение 10 лет назад (Bortnikova et al., 2009)
Mn	746,2	440,1	0,29	0,21	3,7-400	4,3-5,3
Ba	12,4	12,6	0,042	0,001	0,06-0,47	0,39-0,61
Sr	194,8	211,2	0,77	2,73	1,7-7,2	1,8-2,8
As	1,12	2,04	0,02	1,73	0,95-82	26-150
Zn	<0,06	30,8	0,016	0,016	2,8-110	1,6-2,4
Cu	<0,2	12,2	0,0008	0,002	5,4-120	0,85-2,3
Ti	6,26	5,53	0,004	Не изучалось	5,1-360	5,7-7,2
V	1,09	1,26	0,007	0,02	1,1-430	1,4-1,9
Co	1,14	1,26	0,001	Не изучалось	1,1-5,2	0,12-0,20
Cr	0,64	1,65	0,0005	Не изучалось	0,33-18	0,19-0,36
Sb	0,19	0,23	Не изучалось	0,085	Не изучалось	Не изучалось

Окончание таблицы Ж.1						
S	14319,9	12828,4	Не изучалось	0,103	Не изучалось	Не изучалось
Ni	2,54	5,54	0,0003	Не изучалось	0,47-7,1	0,11-0,19
B	43,6	46,7	0,564	9,28	29-450	290-330
Li	10,7	11,5	0,3	3,61	Не изучалось	Не изучалось
Al	79,9	113,6	0,13	0,11	Не изучалось	Не изучалось
Fe	2483,5	1358,6	0,82	2,32	820-52900	310-400
Se	6,38	4,22	0,0005	Не изучалось	Не изучалось	Не изучалось
Rb	1,53	3,08	0,059	0,57	Не изучалось	Не изучалось
Cs	<0,003	0,012	0,008	Не изучалось	Не изучалось	Не изучалось
Pb	0,19	1,31	0,0009	0,001	Не изучалось	Не изучалось
U	0,092	0,072	0,006	Не изучалось	0,064-0,081	Не изучалось
Примечания						
** Поровые воды термальных источников						
*** Поровые воды серных фумарол						

Таблица Ж.2 Сравнительная характеристика значений редкоземельных элементов в вулканических водах вулкана Мутновского (Камчатка, Россия) и водных источников урочища Ушахино (Саратовская область)

Редкоземельные элементы, мг/л	Вулканические области		
	Урочище Ушахино (Саратовская область, Россия), точка А (рис.Г.5)	Урочище Ушахино (Саратовская область, Россия), точка В (рис.Г.5)	Мутновский вулкан, Камчатка (Россия)** / извержение 10 лет назад (Bortnikova et al., 2009)
La	0,32	0,42	0,01-0,2
Ce	0,92	0,97	0,05-0,65
Pr	0,1	0,12	0,02-0,15
Sm	0,093	0,12	0,104-0,35
Eu	0,023	0,24	0,072-0,2
Gd	0,079	0,081	0,36-1
Tb	0,013	0,014	0,08-0,21
Dy	0,065	0,073	0,806-2,35
Ho	0,013	0,013	2,02-20,6
Er	0,037	0,031	0,678-2,15
Tm	0,0042	0,0045	0,124-0,35
Yb	0,025	0,027	0,86-2,55
Lu	0,0038	0,0035	0,136-0,4
Примечание –** Поровые воды термальных источников			

## Приложение И

(справочное)

### Местоположение прогнозируемой кимберлитовой трубки и подземной вулканической зоны в Саратовской области

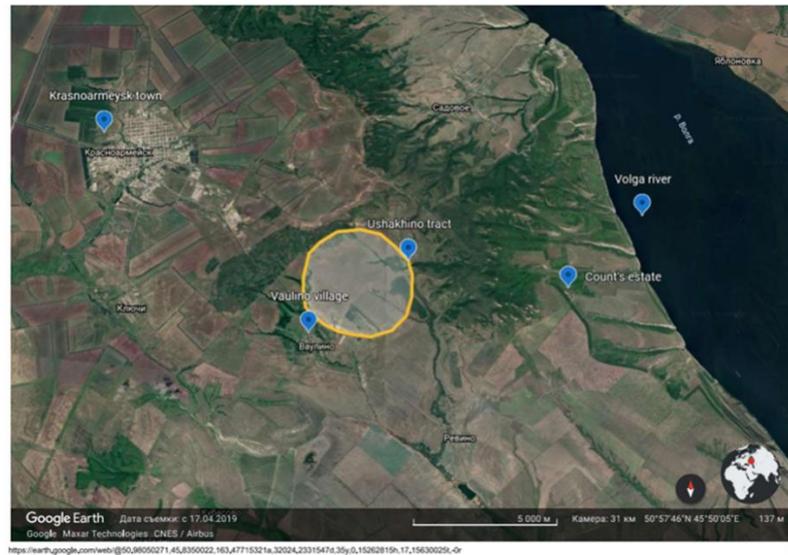


Рисунок И.1 – Территория прогнозируемой кимберлитовой трубки (Саратовская область, Красноармейский район) (контур трубки выделен желтым цветом)

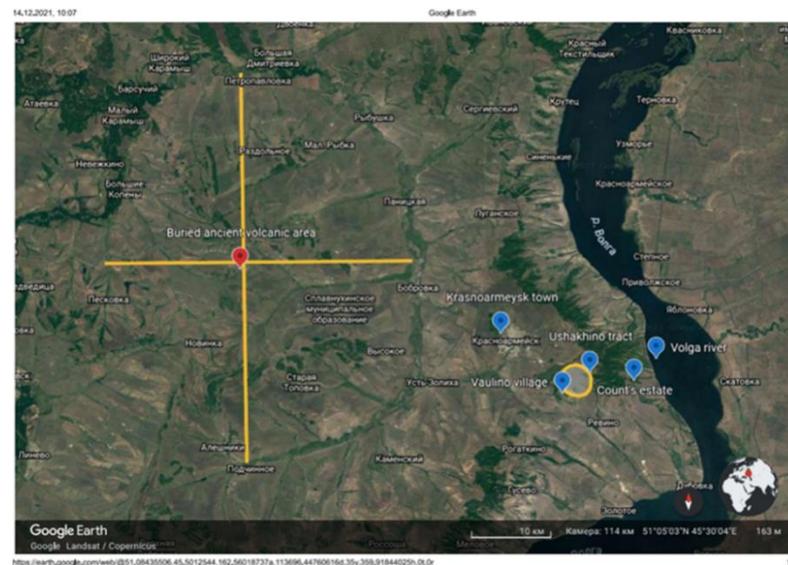


Рисунок И.2 – Региональная карта погребенной области древнего вулканизма и прогнозируемой кимберлитовой трубки (желтое кольцо) (Саратовская область, Россия)

## Приложение К (справочное)

### Местоположения древних вулканических областей

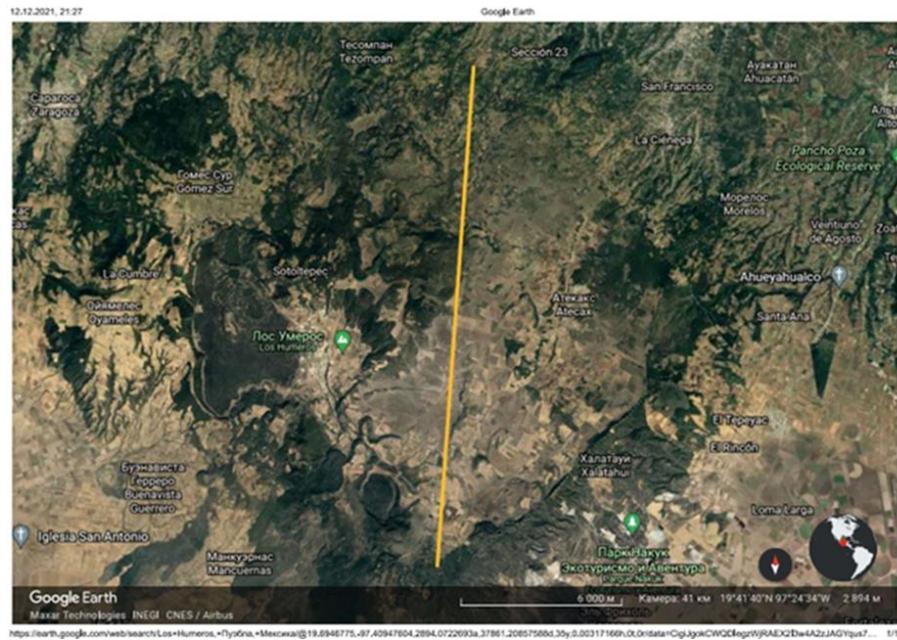


Рисунок К.1 – Диаметр кольцевого разлома  
(вулканическая зона «Los Hornos» (Мексика))

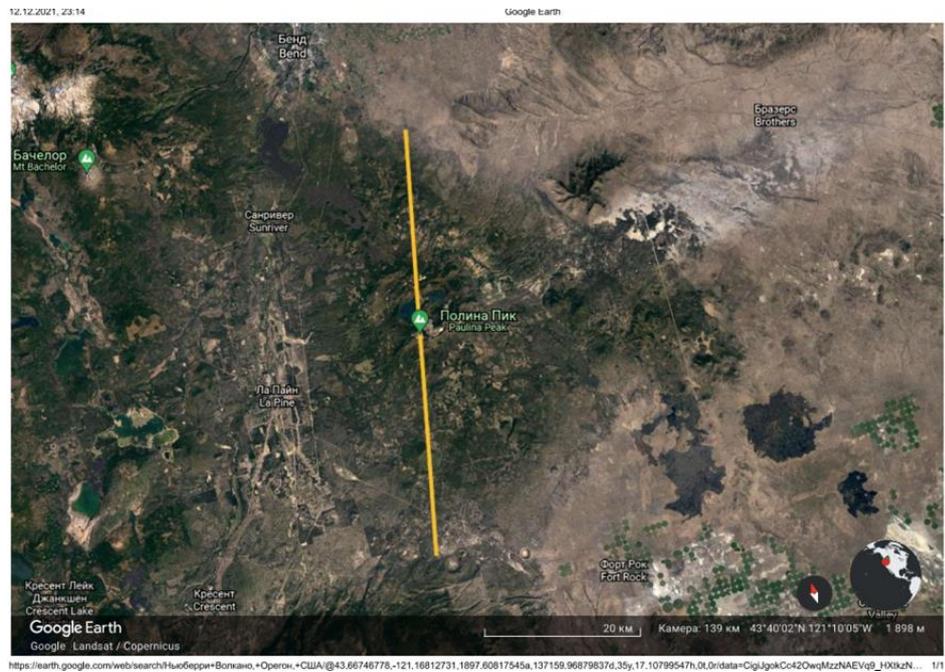


Рисунок К.2 – Диаметр кольцевого разлома  
(вулканическая зона «Newberry» (США))

## Приложение Л (справочное)

### Территории исследования оценки токсичности атмосферного воздуха в селитебных зонах



Рисунок Л.1 – Местоположение пос. Киляковка [433]

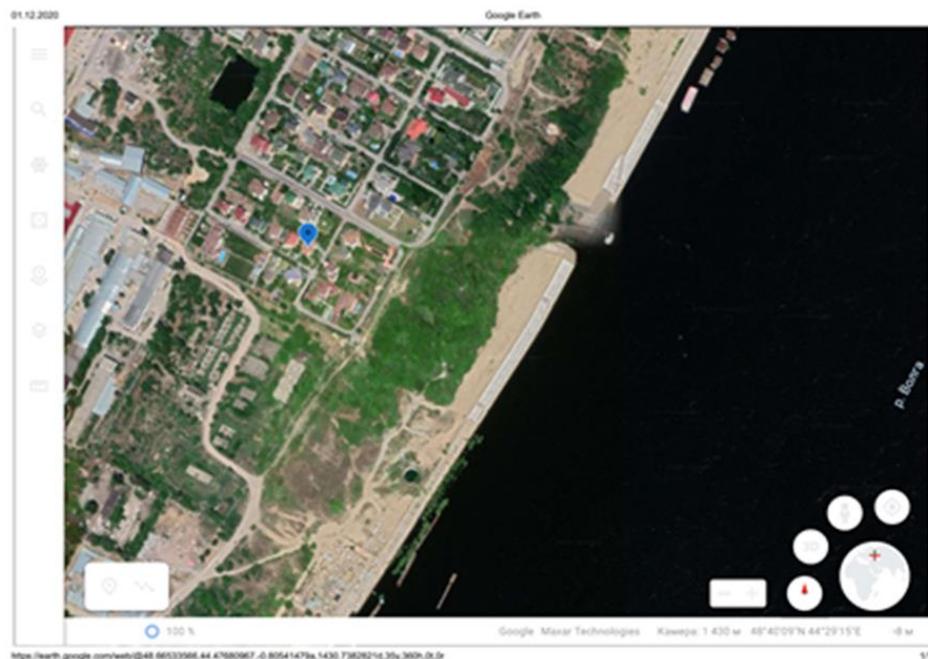


Рисунок Л.2 – Ситуационная карта коттеджного поселка Прибрежный,  
Волгоград [433]

**Приложение М**  
(справочное)

**Опытные образцы проростков семян**



Рисунок М.1 – Семена кресс-салата (*Lepidium sativum*), выращенные на субстрате аэрозольных суспензий (условно чистая зона) [433]



Рисунок М.2 – Семена кресс-салата (*Lepidium sativum*), выращенные на субстрате аэрозольных суспензий (экспериментальная территория) [433]



Рисунок М.3 – Сравнительная характеристика корней проростков семян кресс-салата (*Lepidium sativum*) ( $L_r < 1$  см (Э), ( $L_r > 3-4$  см (К) [433]

## Приложение Н

(справочное)

### Оценка разницы средних значений, медиан двух выборок (условно чиста язона ( $L_k$ , см) и экспериментальная территория ( $L_э$ , см)) с помощью t-критерия Стьюдента

Таблица Н.1 Оценка разницы средних значений двух выборок  
(условно чистая зона ( $L_k$ , см) и экспериментальная территория ( $L_э$ , см))  
с помощью t-критерия Стьюдента [433]

Средние значения длин корней ( $L_x$ , см)		$t_{расч}$	$t_{крит}$	Нижняя граница 95 % интервала	Значение разности	Верхняя граница 95 % интервала
$L_k$ , см	$L_э$ , см					
3,991	0,999	64.09	1,967	2,9	2,992	3,08

Таблица Н.2 Оценка разницы медиан двух выборок (условно чистая зона и  
экспериментальная территория) с помощью критерия Манна-Уитни [433]

Расчетное значение критерия	P-value	Нижняя граница 95 % интервала	Псевдомедиана индивидуальных разниц	Верхняя граница 95 % интервала
45 150	$2,2 \cdot 10^{-16}$	2,94	2,99	3,04

## Приложение П (справочное)

### Местоположение территорий исследования загрязнения окружающей среды

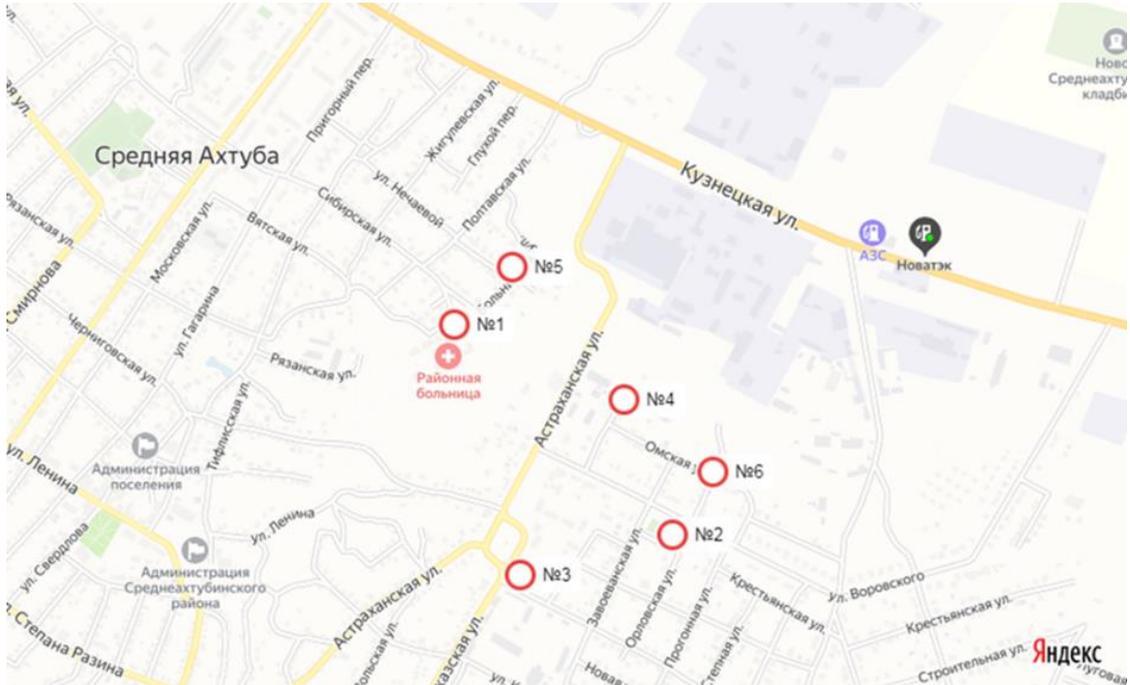


Рисунок П.1 – Ситуационная карта селитебной зоны рп Средняя Ахтуба [443,455]

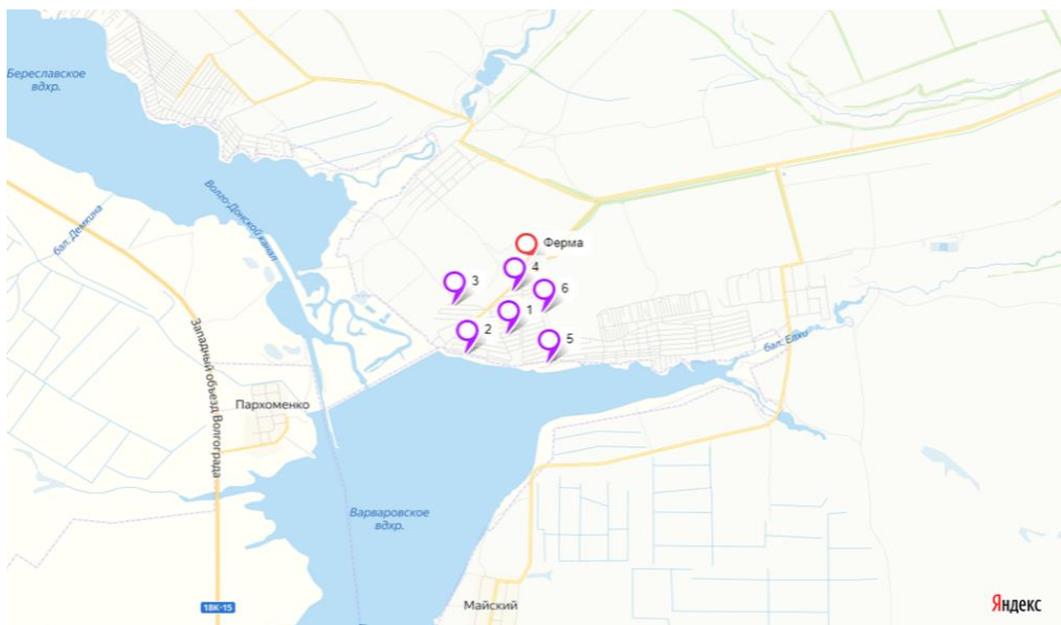


Рисунок П.2 – Ситуационная карта садоводческого товарищества  
(СНТ «Орошенец», «Шельф») [455]

## Приложение Р (справочное)

**Диаграммы размахов значений аэрозольных показателей. Объединенный массив наблюдаемых значений аэрозольных показателей ( $N_{PM10}$ , %). Ранжирование вариантов объединенного ряда и расчет статистики по Т-критерию Вилкоксона**

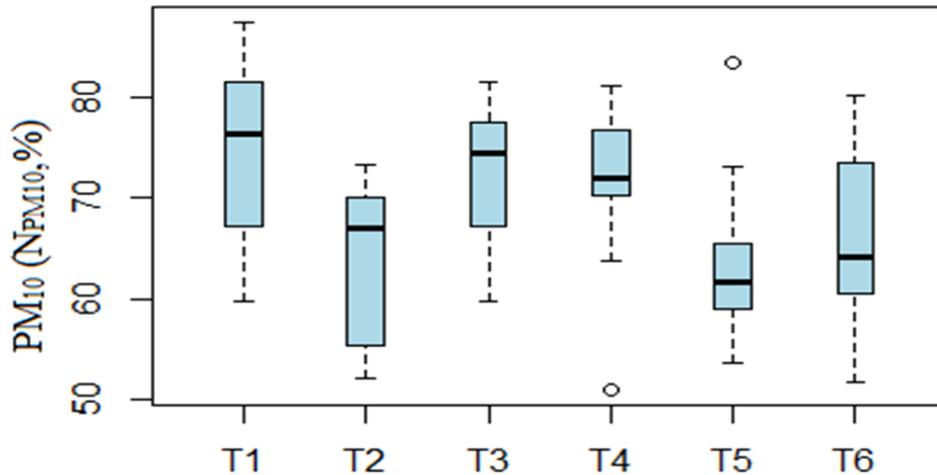


Рисунок Р.1 – Диаграмма размахов значений показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$ , %) для каждой точки отбора проб из условно чистой зоны, 2018 год [492]

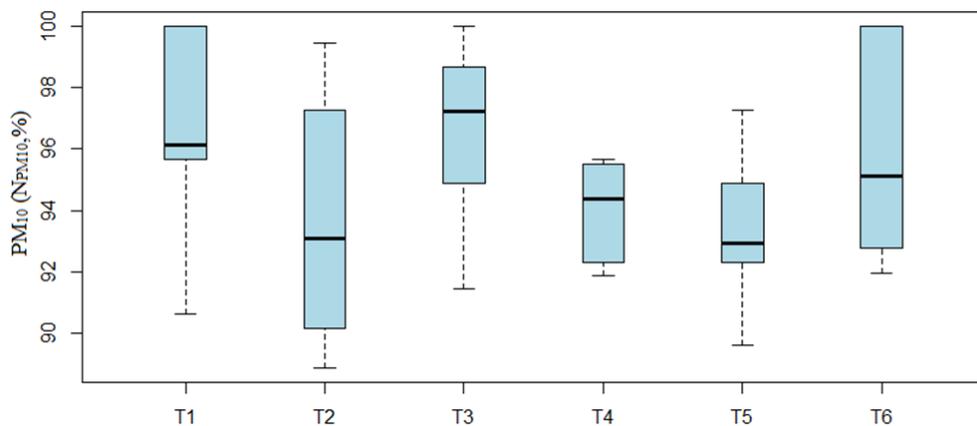


Рисунок Р.2 – Диаграмма размахов значений показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$ , %) для каждой точки отбора проб из селитебной зоны рп Средняя Ахтуба, 2018 год [492]





Продолжение таблицы Р.2													
ранги	25,5	25,5	27	28,5	28,5	30	31	32	33	34	35	36	
элементы выборки	61,21	61,21	65,48	67,27	67,27	67,35	67,53	68,57	69,77	70	70,18	71,43	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
ранги	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
элементы выборки	71,43	71,62	71,88	72,22	72,73	73,13	73,3	73,49	74,14	75	75,86	76,72	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>47</b>	<b>0</b>	<b>47</b>
ранги	49	50	51	52	53	54	55,5	55,5	57,5	57,5	59	60	
элементы выборки	76,72	78,26	78,87	80,16	80,95	81,13	81,51	81,51	82,86	82,86	83,54	84,62	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>50</b>	<b>51</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>161</b>							

Продолжение таблицы Р.2													
ранги	<b>61,5</b>	<b>61,5</b>	<b>63</b>	<b>64,5</b>	<b>64,5</b>	<b>66</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	<b>70</b>	<b>71</b>	<b>72</b>	
элементы выборки	85,96	85,96	86,67	87,5	87,5	87,72	88	88	88	88,11	88,12	88,43	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	2	2	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>63</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>66</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>72</b>	<b>405</b>
ранги	<b>73</b>	<b>74</b>	<b>75,5</b>	<b>75,5</b>	<b>77</b>	<b>78</b>	<b>79</b>	<b>80</b>	<b>81</b>	<b>82</b>	<b>83</b>	<b>84</b>	
элементы выборки	89,79	89,94	90,17	90,17	90,63	90,91	91,43	91,88	92,17	92,3	92,31	92,41	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>73</b>	<b>74</b>	<b>75,5</b>	<b>75,5</b>	<b>77</b>	<b>78</b>	<b>79</b>	<b>80</b>	<b>81</b>	<b>82</b>	<b>83</b>	<b>84</b>	<b>942</b>
ранги	<b>85</b>	<b>86</b>	<b>87</b>	<b>88</b>	<b>89</b>	<b>90</b>	<b>91</b>	<b>92</b>	<b>93</b>	<b>94</b>	<b>95</b>	<b>96</b>	
элементы выборки	92,78	92,86	93,44	93,55	93,94	94,77	94,81	94,87	94,88	95,05	95,1	95,37	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>85</b>	<b>86</b>	<b>87</b>	<b>88</b>	<b>89</b>	<b>90</b>	<b>91</b>	<b>92</b>	<b>93</b>	<b>94</b>	<b>95</b>	<b>96</b>	<b>1086</b>

Окончание таблицы Р.2													
ранги	<b>97</b>	<b>98,5</b>	<b>98,5</b>	<b>100</b>	<b>101</b>	<b>102</b>	<b>103</b>	<b>104</b>	<b>105</b>	<b>106</b>	<b>107</b>	<b>108</b>	
элементы выборки	95,4	95,51	95,51	95,65	95,67	95,82	96,05	96,2	96,72	97,27	97,72	97,92	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>97</b>	<b>98,5</b>	<b>98,5</b>	<b>100</b>	<b>101</b>	<b>102</b>	<b>103</b>	<b>104</b>	<b>105</b>	<b>106</b>	<b>107</b>	<b>108</b>	<b>1230</b>
ранги	<b>109,5</b>	<b>109,5</b>	<b>111</b>	<b>112</b>	<b>116,5</b>								
элементы выборки	98,68	98,68	99,45	99,61	100	100	100	100	100	100	100	100	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>109,5</b>	<b>109,5</b>	<b>111</b>	<b>112</b>	<b>116,5</b>	<b>1374</b>							
<b>Сумма рангов элементов первой выборки для всего объединенного ряда</b>													<b>5263</b>

## Приложение С

(справочное)

**Диаграммы размахов значений аэрозольных показателей. Объединенный массив наблюдаемых значений аэрозольных показателей ( $D(d_{PM10})$ , %). Ранжирование вариант объединенного ряда и расчет статистики по Т-критерию Вилкоксона**

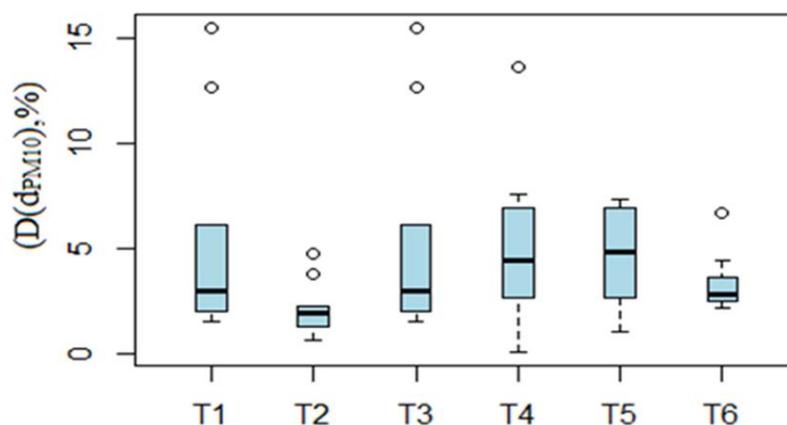


Рисунок С.1 – Диаграмма размахов значений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %) для каждой точки отбора проб из условно чистой зоны, 2018 год [492]

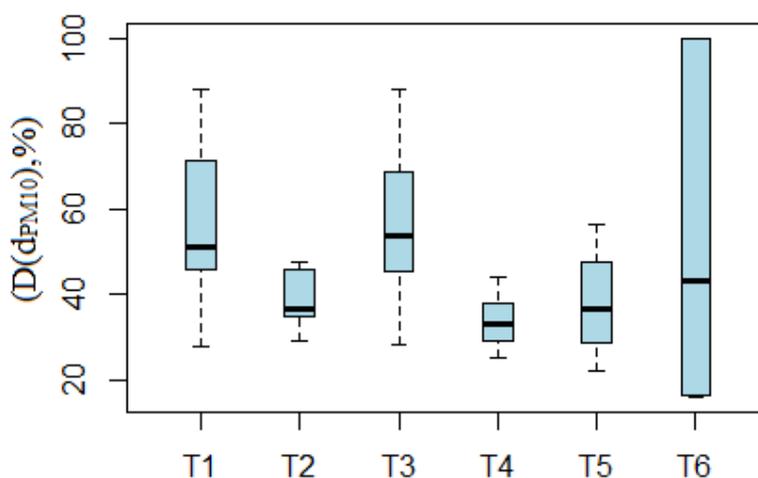


Рисунок С.2 – Диаграмма размахов значений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %) для каждой точки отбора проб из селитебной зоны рп Средняя Ахтуба, 2018 год [492]

Таблица С.1 Объединенный массив наблюдаемых значений показателя  
 массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %), отсортированный по  
 возрастанию

0,08	0,68	0,7	1,26	1,52	1,52	1,56	1,56	1,61	1,72	1,85	1,98
2	2	2,01	2,19	2,22	2,3	2,4	2,49	2,64	2,64	2,68	2,72
2,74	2,81	2,81	2,94	2,94	3	3,06	3,06	3,06	3,32	3,64	3,79
4,13	4,43	4,5	4,67	4,74	5,2	5,69	5,69	5,79	6,07	6,15	6,15
6,17	6,17	6,18	6,637	6,74	6,94	6,97	7,3	7,36	7,4	7,63	8,52
10,16	10,28	10,73	12,68	12,69	13,03	13,68	15,51	15,52	15,93	17,1	17,2
18,72	18,96	22,09	24,09	24,64	25,1	25,63	26,33	27,68	28,26	28,65	29,21
30,55	32,7	33	33,08	36,7	37,9	38,23	41,71	44,01	47,48	47,48	47,48
47,48	49,34	50,88	52,28	55,35	55,51	55,7	55,87	56,29	57,2	57,89	68,72
68,73	71,4	72,44	83,52	93,02	100	100	100	100	100	100	100



Продолжение таблицы С.2													
ранги	<b>37</b>	<b>38</b>	<b>39</b>	<b>40</b>	<b>41</b>	<b>42</b>	<b>43,5</b>	<b>43,5</b>	<b>45</b>	<b>46</b>	<b>47,5</b>	<b>47,5</b>	
элементы выборок	4,13	4,43	4,5	4,67	4,74	5,2	5,69	5,69	5,79	6,07	6,15	6,15	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>46</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>46</b>
ранги	<b>49,5</b>	<b>49,5</b>	<b>51</b>	<b>52</b>	<b>53</b>	<b>54</b>	<b>55</b>	<b>56</b>	<b>57</b>	<b>58</b>	<b>59</b>	<b>60</b>	
элементы выборок	6,17	6,17	6,18	6,637	6,74	6,94	6,97	7,3	7,36	7,4	7,63	8,52	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	2	1	2	2	2	2	2	1	2	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>49,5</b>	<b>49,5</b>	<b>0</b>	<b>52</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>58</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>269</b>
ранги	<b>61</b>	<b>62</b>	<b>63</b>	<b>64</b>	<b>65</b>	<b>66</b>	<b>67</b>	<b>68</b>	<b>69</b>	<b>70</b>	<b>71</b>	<b>72</b>	
элементы выборок	10,16	10,28	10,73	12,68	12,69	13,03	13,68	15,51	15,52	15,93	17,1	17,2	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	2	2	2	1	2	2	2	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>61</b>	<b>62</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>66</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>70</b>	<b>71</b>	<b>72</b>	<b>402</b>

Продолжение таблицы С.2													
ранги	<b>73</b>	<b>74</b>	<b>75,5</b>	<b>75,5</b>	<b>77</b>	<b>78</b>	<b>79</b>	<b>80</b>	<b>81</b>	<b>82</b>	<b>83</b>	<b>84</b>	
элементы выборок	18,72	18,96	22,09	24,09	24,64	25,1	25,63	26,33	27,68	28,26	28,65	29,21	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>73</b>	<b>74</b>	<b>75,5</b>	<b>75,5</b>	<b>77</b>	<b>78</b>	<b>79</b>	<b>80</b>	<b>81</b>	<b>82</b>	<b>83</b>	<b>84</b>	<b>942</b>
ранги	<b>85</b>	<b>86</b>	<b>87</b>	<b>88</b>	<b>89</b>	<b>90</b>	<b>91</b>	<b>92</b>	<b>93</b>	<b>95,5</b>	<b>95,5</b>	<b>95,5</b>	
элементы выборок	30,55	32,7	33	33,08	36,7	37,9	38,23	41,71	44,01	47,48	47,48	47,48	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>85</b>	<b>86</b>	<b>87</b>	<b>88</b>	<b>89</b>	<b>90</b>	<b>91</b>	<b>92</b>	<b>93</b>	<b>95,5</b>	<b>95,5</b>	<b>95,5</b>	<b>1087,5</b>
ранги	<b>95,5</b>	<b>98</b>	<b>99</b>	<b>100</b>	<b>101</b>	<b>102</b>	<b>103</b>	<b>104</b>	<b>105</b>	<b>106</b>	<b>107</b>	<b>108</b>	
элементы выборок	47,48	49,34	50,88	52,28	55,35	55,51	55,7	55,87	56,29	57,2	57,89	68,72	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>95,5</b>	<b>98</b>	<b>99</b>	<b>100</b>	<b>101</b>	<b>102</b>	<b>103</b>	<b>104</b>	<b>105</b>	<b>106</b>	<b>107</b>	<b>108</b>	<b>1228,5</b>

Окончание таблицы С.2													
ранги	<b>109</b>	<b>110</b>	<b>111</b>	<b>112</b>	<b>113</b>	<b>117</b>							
элементы выборок	68,73	71,4	72,44	83,52	93,02	100	100	100	100	100	100	100	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>109</b>	<b>110</b>	<b>111</b>	<b>112</b>	<b>113</b>	<b>117</b>	<b>1374</b>						
<b>Сумма рангов элементов первой выборки</b>													<b>5349</b>

**Приложение Т**  
(справочное)

**Презентация укладки семян и развития проросших семян**



Рисунок Т.1 – Пример укладки 50 семян кресс-салата (*Lepidium sativum*) в чашке Петри [455]



а



б

Рисунок Т.2 – Развитие семян кресс-салата (*Lepidium sativum*) в чашке Петри на субстрате аэрозольных суспензий из условно чистой зоны через сутки (а) и через трое суток (б) [455]

## Приложение У

(справочное)

**Местоположение рп Средняя Ахтуба, предприятий строительной индустрии, антропогенных и природных источников загрязнения. Диаграммы размаха значений аэрозольных показателей. Средние значения базовых факторов из селитебной зоны рп Средняя Ахтуба**

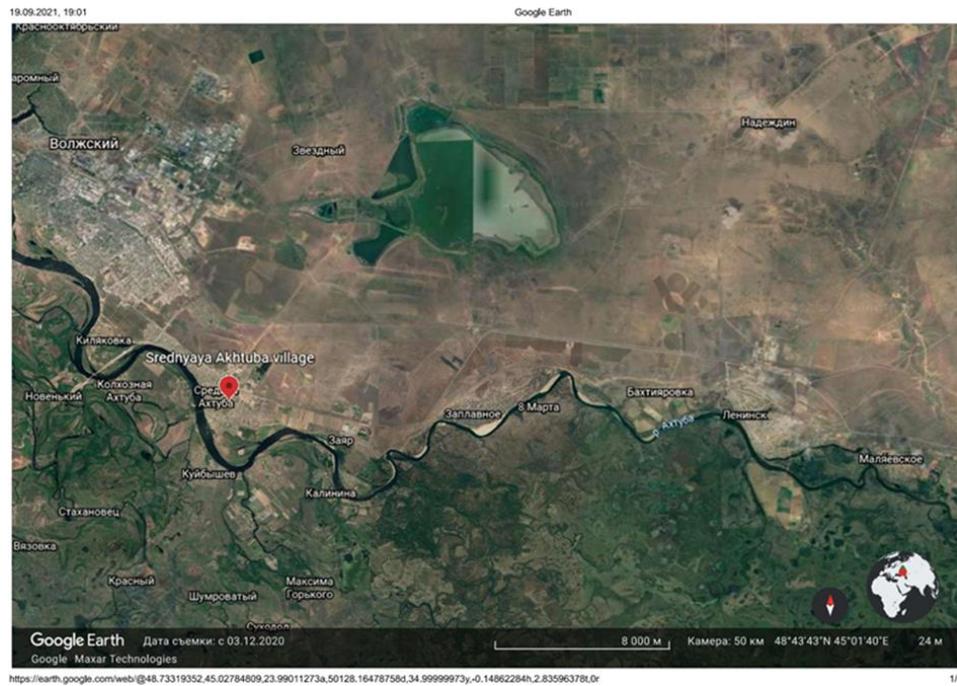


Рисунок У.1 – Ситуационная карта рп Средняя Ахтуба

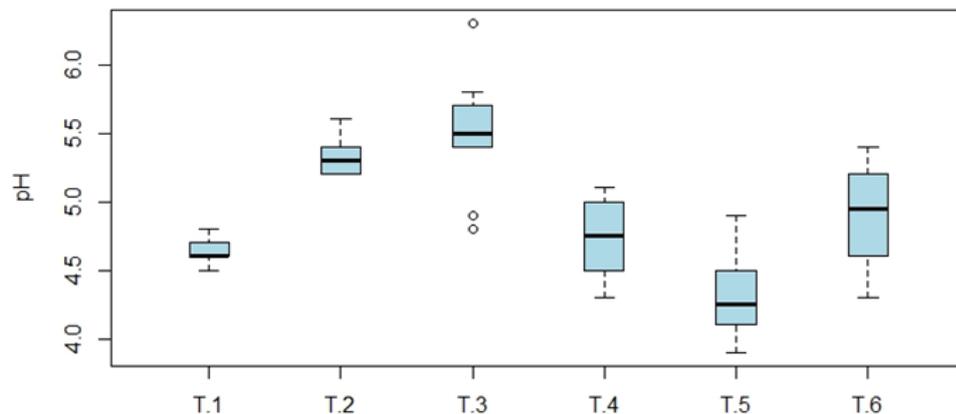


Рисунок У.2 – Диаграмма размаха значений показателя кислотности (pH) для каждой точки отбора проб в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба, 2018 год

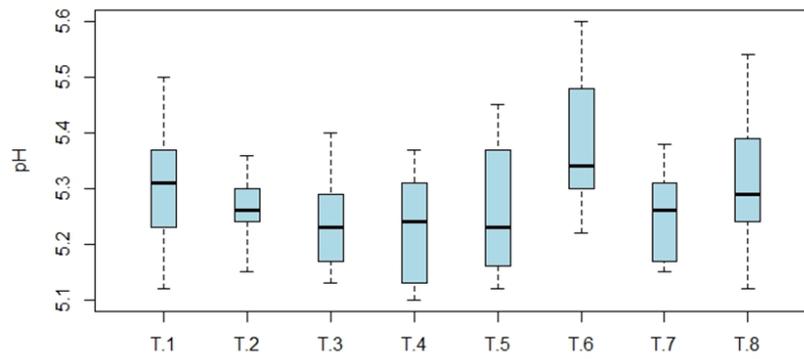


Рисунок У.3 – Диаграмма размаха значений показателя кислотности (рН) для каждой точки отбора проб в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба, 2019 год [492]

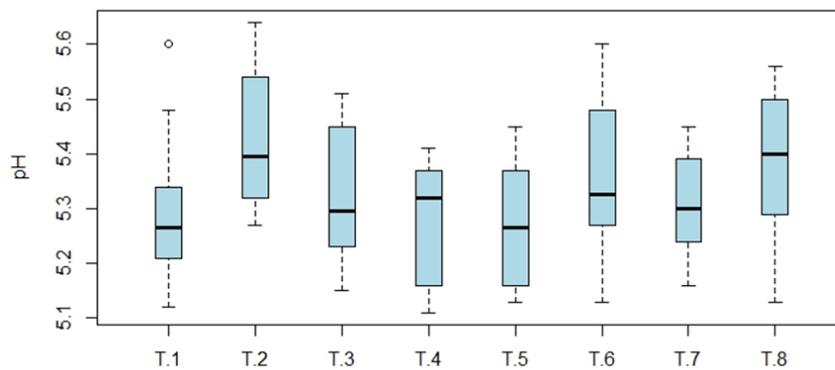


Рисунок У.4 – Диаграмма размаха значений показателя кислотности (рН) для каждой точки отбора проб в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба, 2020 год [492]

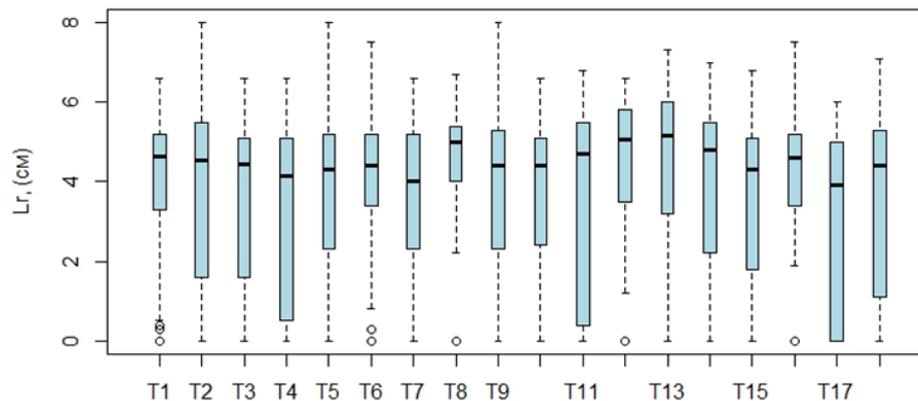


Рисунок У.5 – Диаграмма размаха значений показателей тест-объектов ( $L_r$ , см) для каждой точки отбора проб в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба Среднеахтубинского района Волгоградской области, 2018 год [492]

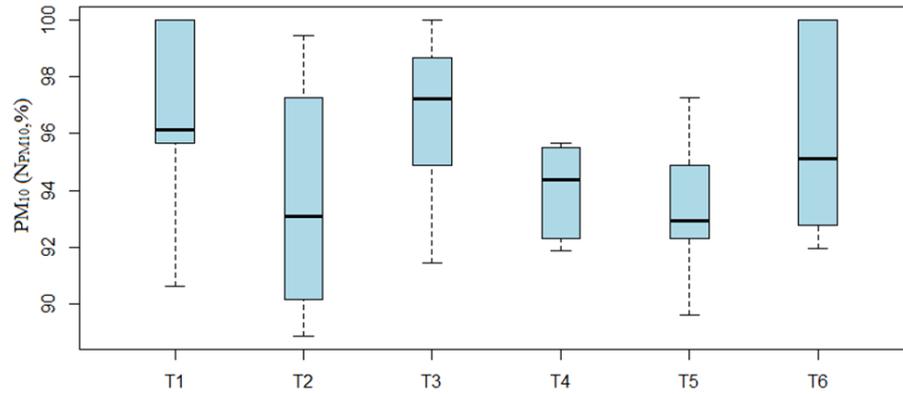


Рисунок У.6 – Диаграмма размахов значений показателя количества аэрозольных частиц  $PM_{10}$  ( $N_{PM10}$  %) для каждой точки отбора проб из селитебной зоны рп Средняя Ахтуба, 2018 год [492]

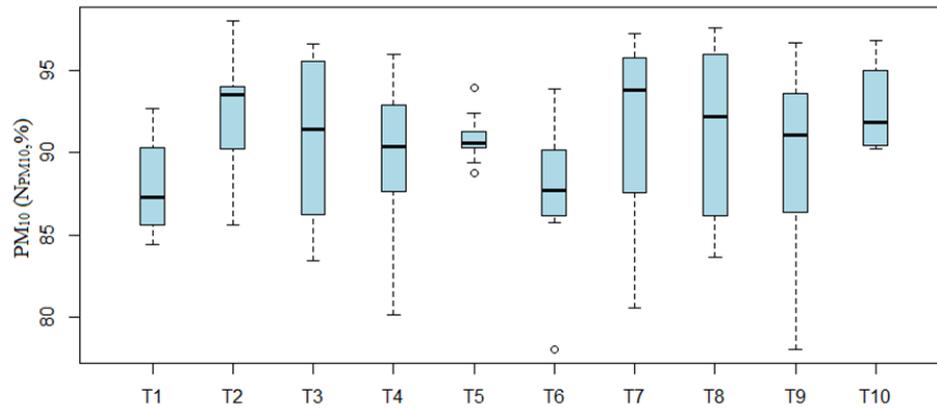


Рисунок У.7 – Диаграмма размахов значений показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$  %) для каждой точки отбора проб в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба, 2019 год [492]

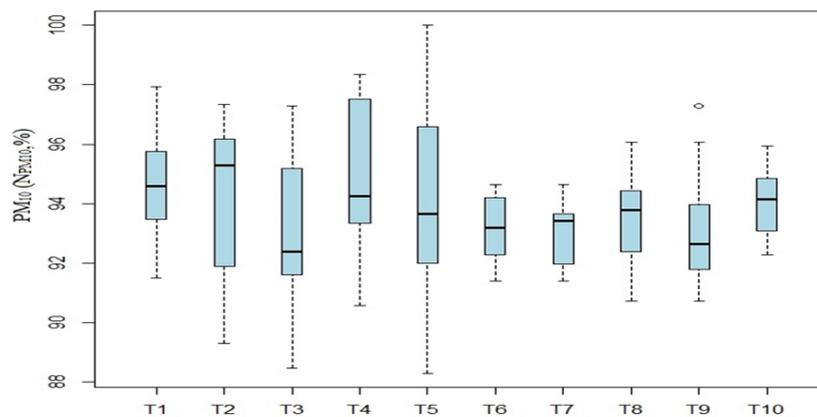


Рисунок У.8 – Диаграмма размахов значений показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$  %), для каждой точки отбора проб из селитебной зоны рп Средняя Ахтуба, 2020 год [492]

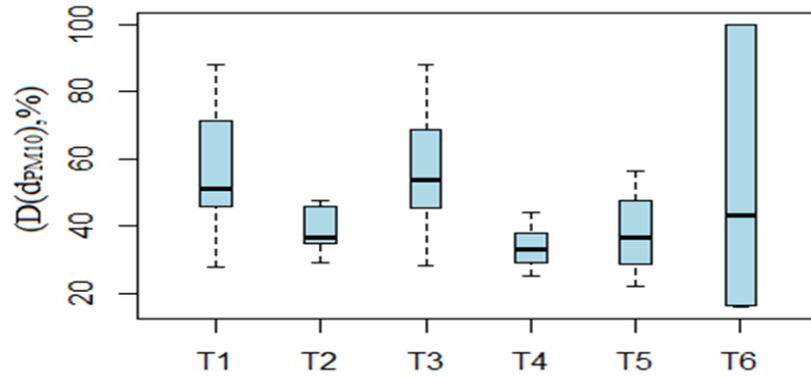


Рисунок У.9 – Диаграмма размахов значений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10}), \%$ ) для каждой точки отбора проб из селитебной зоны рп Средняя Ахтуба, 2018 год [492]

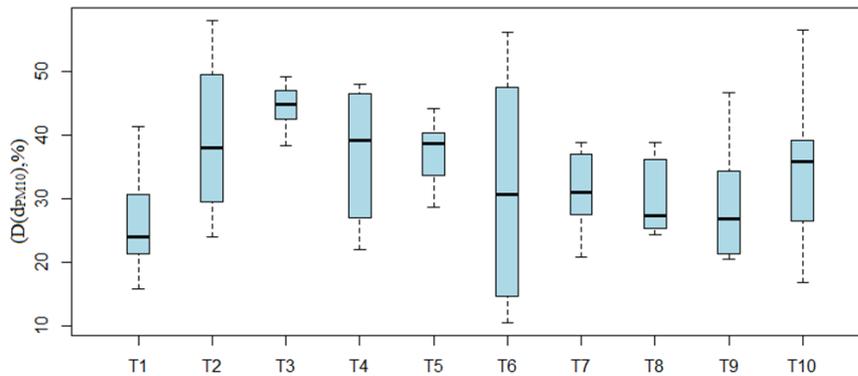


Рисунок У.10 – Диаграмма размахов значений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10}), \%$ ) для каждой точки отбора проб в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба, 2019 год [492]

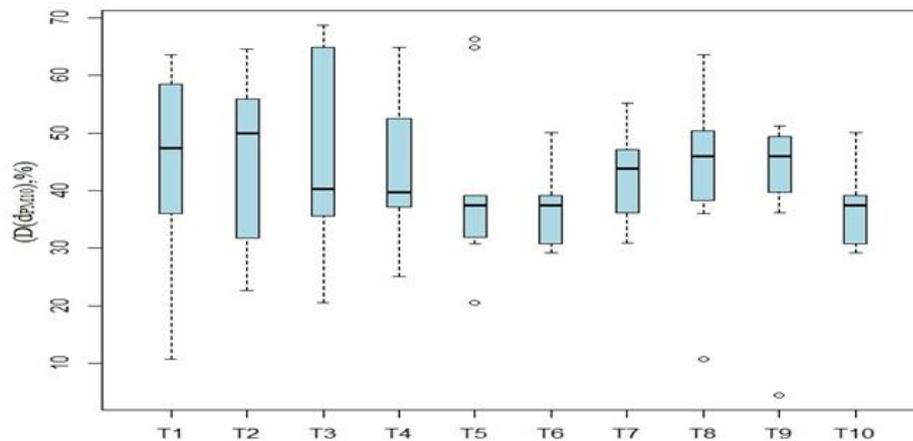


Рисунок У.11 – Диаграмма размахов значений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10}), \%$ ) для каждой точки отбора проб в селитебной зоне рп Средняя Ахтуба, 2020 год [492]

Таблица У.1 Средние значения базовых факторов из селитебной зоны рп  
Средняя Ахтуба

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

## Приложение Ф

### (справочное)

### Местоположение керамзитовых производств, антропогенной и природной нагрузки на селитебную зону рп Средняя Ахтуба. Состав отходов керамзитовых производств.

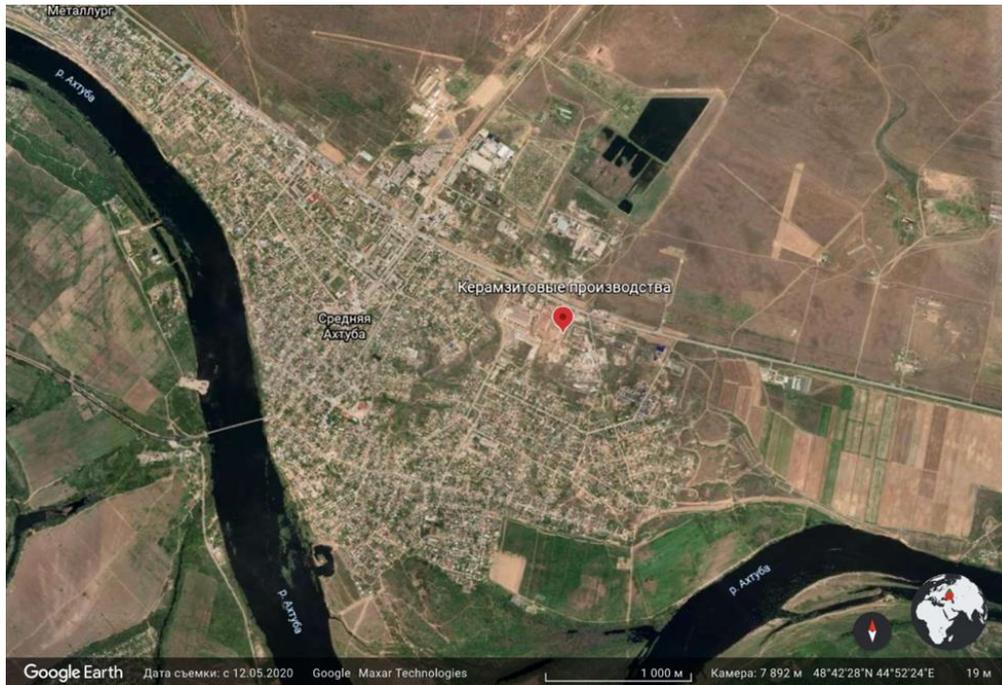


Рисунок Ф.1 – Местоположение керамзитовых производств

Таблица Ф.1 Отходы керамзитового производства № 1

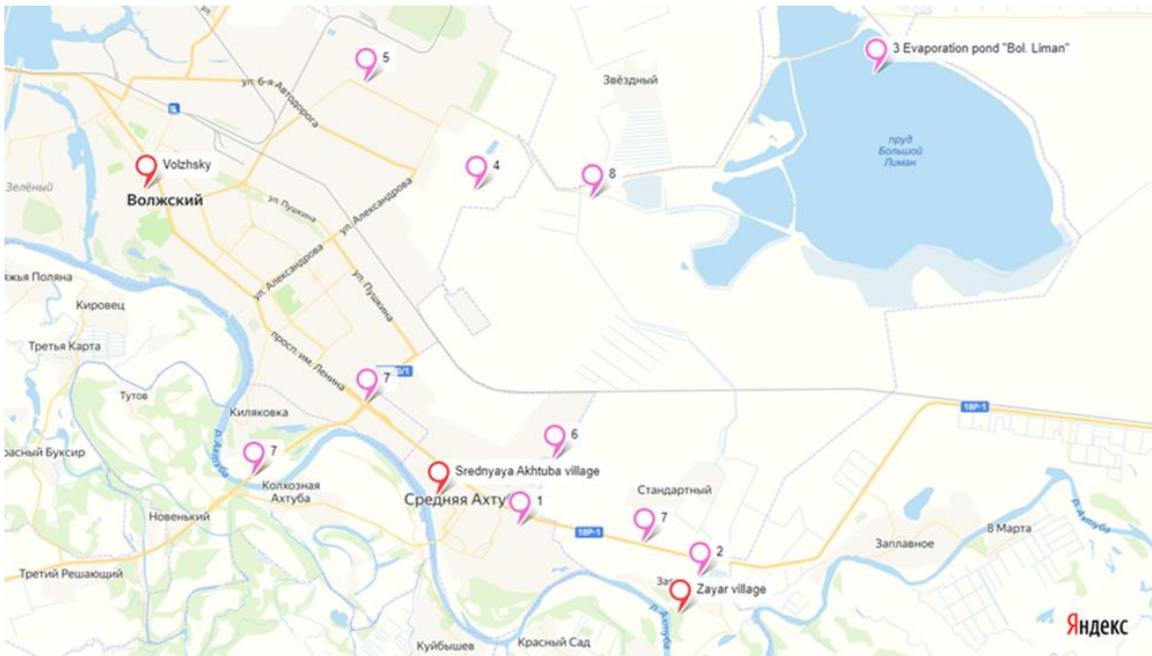
Вещество		Используемые критерии	Значение критерия, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Суммарный выброс	
код	наименование				г/сек	т/год
0123	диЖелезо триоксид (Железа оксид) (в пересчете на железо)	ПДК с/с	0,04000	3	0,0860000	0,064953
0143	Марганец и его соединения (в пересчете на марганца (IV) оксид)	ПДК м/р	0,01000	2	0,0001140	0,000296
0301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	ПДК м/р	0,20000	3	1,9999410	62,851983
0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	ПДК м/р	0,40000	3	0,3249450	10,213381
0328	Углерод (Сажа)	ПДК м/р	0,15000	3	0,0005490	0,000185
0330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	ПДК м/р	0,50000	3	0,0005800	0,000290
0337	Углерод оксид	ПДК м/р	5,00000	4	2,9610910	90,111733

Окончание таблицы Ф.1						
0342	Фториды газообразные	ПДК м/р	0,02000	2	0,0000970	0,000140
0703	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	ПДК с/с	1,00e-06	1	0,0000010	0,000025
2704	Бензин (нефтяной, малосернистый) (в пересчете на углерод)	ПДК м/р	5,00000	4	0,0131960	0,005036
2732	Керосин	ОБУВ	1,20000		0,0038030	0,001408
2735	Масло минеральное нефтяное	ОБУВ	0,05000		0,0013130	0,009425
2908	Пыль неорганическая: 70-20% SiO <sub>2</sub>	ПДК м/р	0,30000	3	1,7755580	38,394088
2930	Пыль абразивная (Корунд белый, Монокорунд)	ОБУВ	0,04000		0,0032000	0,001152
Всего веществ: 14					7,1703880	201,654096
в том числе твердых: 6					1,8654220	38,460699
жидких/газообразных: 8					5,3049660	163,193396

Таблица Ф.2 Отходы керамзитового производства № 2

Загрязняющее вещество		Используемый критерий	Значение критерия мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Суммарный выброс вещества	
код	наименование				г/с	т/год
1	2	3	4	5	6	7
0123	диЖелезо триоксид (Железа оксид) (в пересчете на железо)	ПДК с/с	0,04000	3	0,0129500	0,099972
0301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	ПДК м/р	0,20000	3	0,0200342	0,015664
0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	ПДК м/р	0,40000	3	0,0032556	0,002545
0316	Соляная кислота	ПДК м/р	0,20000	2	0,0003265	0,001864
0328	Углерод (Сажа)	ПДК м/р	0,15000	3	0,0027865	0,001565
0330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	ПДК м/р	0,50000	3	0,0034742	0,003231
0337	Углерод оксид	ПДК м/р	5,00000	4	0,4684886	0,267820
0342	Фториды газообразные	ПДК м/р	0,02000	2	0,0000385	0,000231
0358	Силан (Моносилан)	ОБУВ	0,02000		0,0002420	0,000702
0526	Этен (Этилен)	ПДК м/р	3,00000	3	0,0034242	0,024331
0621	Метилбензол (Толуол)	ПДК м/р	0,60000	3	0,0196320	0,139230

Окончание таблицы Ф.2						
0639	1,2-Диметилбензол (о-Ксилол)	ПДК м/р	0,30000	3	0,0115974	0,082249
0640	1,4-Диметилбензол (п-Ксилол)	ПДК м/р	0,30000	3	0,0090160	0,063942
0644	1,3-Диметилбензол (м-Ксилол)	ПДК м/р	0,25000	3	0,0463070	0,328408
1608	1,2-Эпоксипропан (Метилоксиран, Пропилена оксид)	ПДК м/р	0,08000	1	0,0001939	0,000593
1611	Эпоксизтан (Оксиран, Этилена оксид)	ПДК м/р	0,30000	3	0,0001939	0,000593
2704	Бензин (нефтяной, малосернистый) (в пересчете на углерод)	ПДК м/р	5,00000	4	0,0587104	0,025109
2732	Керосин	ОБУВ	1,20000		0,0196243	0,012632
2735	Масло минеральное нефтяное	ОБУВ	0,05000		0,0000285	0,000900
2754	Углеводороды предельные C12-C19	ПДК м/р	1,00000	4	0,4534890	3,216298
2850	МФК фракция пр-ва стирола (ацетофенон)	ОБУВ	0,00300		0,0000419	0,000278
2902	Взвешенные вещества	ПДК м/р	0,50000	3	0,0019400	0,001921
2930	Пыль абразивная (Корунд белый, Монокорунд)	ОБУВ	0,04000		0,0023500	0,009828
2978	Пыль резинового вулканизата	ОБУВ	0,10000		0,0268600	0,082332
Всего веществ: 24					1,1650046	4,382239
в том числе твердых: 5					0,0468865	0,195618
жидких/газообразных: 19					1,1181181	4,186621
Группы веществ, обладающих эффектом комбинированного вредного действия:						
6204	(2) 301 330					
6205	(2) 330 342					



Точка 1 - керамзитовых производства; точка 2 - птицефабрика; точка 3 - пруд-испаритель; точка 4 - полигон ТБО; точка 5 – промышленный сектор г. Волжского; точка 6 - пруды-накопители; точка 7 - автомагистраль, 8 – полигон промышленных отходов [492]

Рисунок Ф.2 – Местоположение антропогенных источников



Рисунок Ф.3 – Расположение фрагмента линеаментов вокруг пруда-испарителя «Большой лиман» [492]

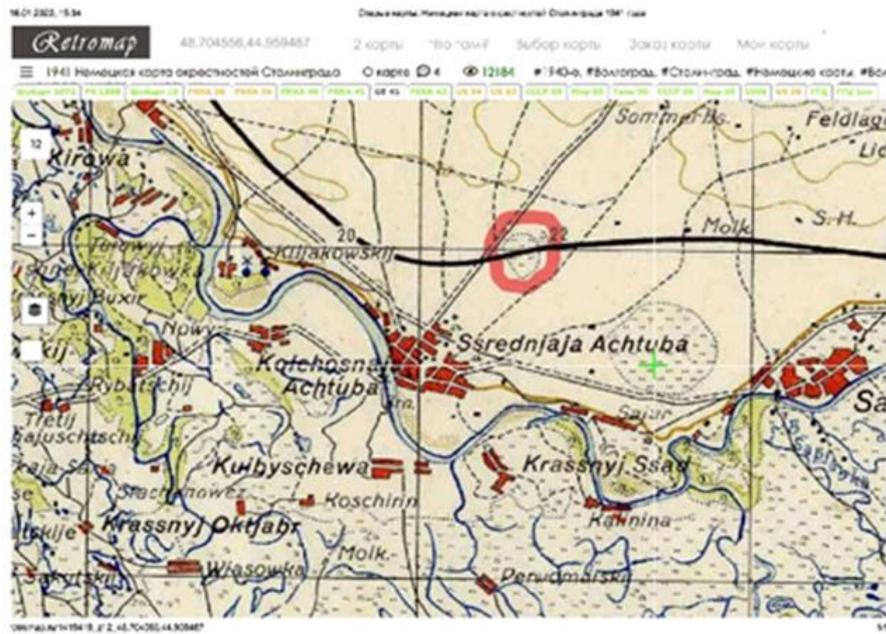


1 — основные линеаменты; 2 — основные разломы на поверхности кристаллического фундамента; 3 — мощность, км, осадочного слоя грунта

Рисунок Ф.4 – Схема основных линеаментов, дешифрованных по космическим снимкам на территории Прикаспийской впадины (по Стрельникову С. И.) [529]

Таблица Ф.3 Результаты исследования проб сточных вод, отобранных в Среднеахтубинском районе из коллектора, располагающегося в 50 м северо-восточнее старого Среднеахтубинского кладбища\*

Определяемый показатель, ед. изм.	НД и метод измерений	Результат измерений (концентрация ± погрешность)	ПДК
Аммония ион*, мг/дм <sup>3</sup>	ПНД Ф 14.1:2.1-95 фотометрический	более 40,0	1,5
Сероводород и растворимые сульфиды, мкг/дм <sup>3</sup>	ПНД Ф 14.1:2.109-97 фотометрический	3097 ± 248	0,05
Железо общее*, мг/дм <sup>3</sup>	ПНД Ф 14.1:2:4.50-96 фотометрический	2,72 ± 0,41	0,3
Фосфат-ион*, мг/дм <sup>3</sup>	ПНД Ф 14.1:2:4.112-97 фотометрический	13,7 ± 1,6	3,5
АПАВ, мг/дм <sup>3</sup>	ПНД Ф 14.1:2:4.15-95 экстракционно-фотометрический	20,8 ± 3,3	-
Примечание – * Из пояснительной записки специалистов МБУ «Служба охраны окружающей среды» г. Волжского.			



а – немецкая карта окрестностей Сталинграда. Osteuropa 1:300000. Deutsche Heereskarte. Blatt Nr. d49. Stalingrad. Карта создана на основе русских карт масштаба 1:100000 и 1:200000. Географическая координатная сетка) (Herausgegeben vom OKH/GenStdH 27,508 Chef des Kriegskarten und Vermessungswesens)) (красный цвет-контур лимана); б – территория современных прудов-накопителей рп Средняя Ахтуба (современная карта) (красный цвет отметки: пруд-накопитель)

Рисунок Ф.5 – Территория болотистой местности на северо-востоке рп Средняя Ахтуба, 1941 г.

**Приложение X**  
(справочное)

**Примеры заключений лабораторных анализов по содержанию химических соединений в почве «горячих точек». Точки замеров напряженности электрического поля. Результаты исследования электрического поля**

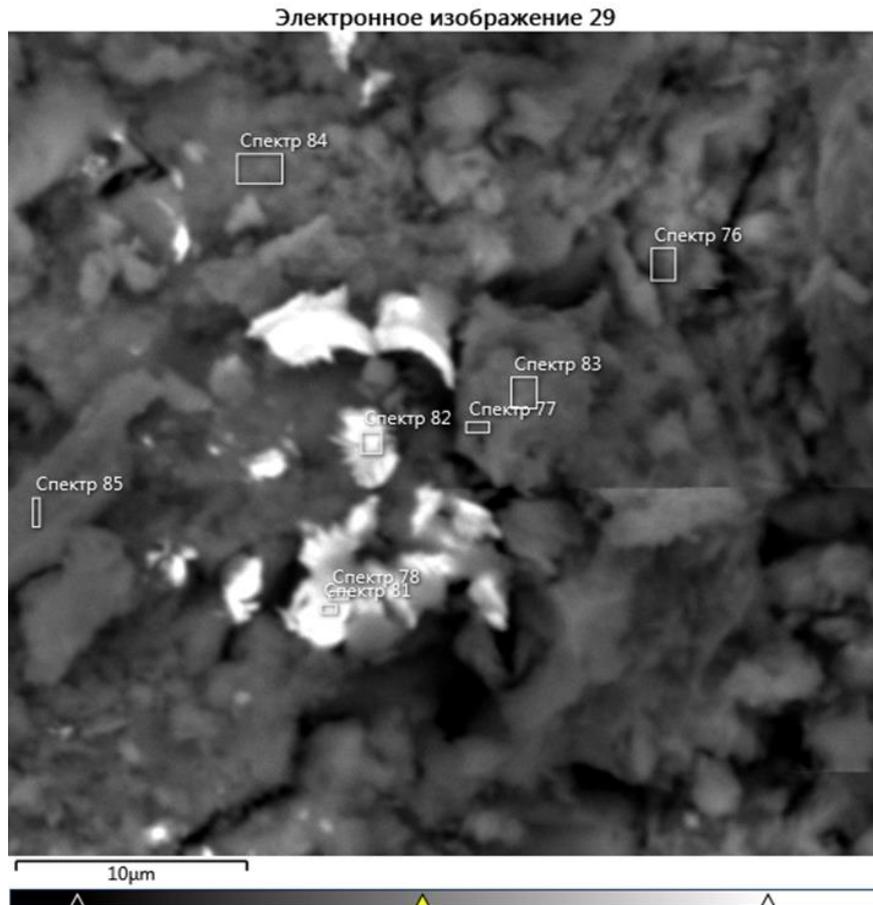


Рисунок X.1 – Электронное изображение 29 (спектры:76-78, 81- 85)

Таблица X.1 Содержание элементов в пробе (спектры:76-78, 81-85)

<b><u>Все элементы сняты. Вес. %</u></b>															
Название спектра	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	K	Ca	Ti	Fe	Ni	Cu	Сумма	Папка проекта
Спектр 76	50,1 8	0,2 9	1,3 2	6,9	24,4 1			1,6	0,89	0,4	4,59		0,4 7	91,05	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 29
Спектр 77	6,25		0,2 8	2,06	6,03			1,3 2	0,77	0,3 3	4,45		0,4 3	21,93	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 29
Спектр 78	21,7 1			5,2	7,8						5,43	75,9 6		116,1	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 29
Спектр 81	6,9				3,32						5,15	73		88,37	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 29
Спектр 82	15,1 9		0,9 7	3,67	7,09			0,4 7	0,43		6,13	75,5 3	1,2 9	110,76	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 29
Спектр 83	24,8		0,7 2	4,21	11,7 6			1,7 4	0,58		4,22		0,5 4	48,57	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 29
Спектр 84	55,8 5		2,1 9	10,0 4	20,6 3			1,9 8	0,92		3,3		0,3 5	95,24	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 29
Спектр 85	77,4 7	0,6 4	1,7 2	7,6	16,9 3	0,6 2	0,3 2	1,2 7	14,8 5	0,2 8	3,58		0,6 1	125,9	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 29
<b><u>Результаты нормализованы. Вес. %</u></b>															
Название спектра	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	K	Ca	Ti	Fe	Ni	Cu	Сумма	Папка проекта
Спектр 76	55,1 2	0,3 2	1,4 5	7,57	26,8 1			1,7 6	0,98	0,4 4	5,04		0,5 1	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 29
Спектр 77	28,5 2		1,3	9,41	27,4 9			6	3,51	1,5 1	20,3 1		1,9 6	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 29
Спектр 78	18,7			4,48	6,72						4,68	65,4 3		100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 29
Спектр 81	7,81				3,75						5,83	82,6 1		100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 29
Спектр 82	13,7 1		0,8 8	3,32	6,4			0,4 2	0,39		5,53	68,1 9	1,1 7	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 29

Спектр 83	51,0 6		1,4 8	8,66	24,2 1			3,5 8	1,19		8,7		1,1 2	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 29
Спектр 84	58,6 4		2,3	10,5 4	21,6 6			2,0 7	0,96		3,46		0,3 7	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 29
Спектр 85	61,5 3	0,5 1	1,3 6	6,04	13,4 5	0,5	0,2 5	1,0 1	11,8	0,2 2	2,84		0,4 9	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 29
<b><u>Атом.%</u></b>															
Название спектра	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	K	Ca	Ti	Fe	Ni	Cu	Сумма	Папка проекта
Спектр 76	69,8 7	0,2 8	1,2 1	5,69	19,3 6			0,9 1	0,5	0,1 9	1,83		0,1 6	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 29
Спектр 77	46,5 4		1,3 9	9,11	25,5 5			4,0 1	2,29	0,8 2	9,49		0,8 1	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 29
Спектр 78	42,1 6			5,99	8,63						3,02	40,2		100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 29
Спектр 81	22,8 8				6,26						4,89	65,9 7		100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 29
Спектр 82	33,7		1,4 2	4,83	8,96			0,4 2	0,38		3,89	45,6 7	0,7 2	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 29
Спектр 83	67,4 8		1,2 9	6,78	18,2 2			1,9 4	0,63		3,29		0,3 7	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 29
Спектр 84	72,3 4		1,8 6	7,71	15,2 2			1,0 5	0,47		1,22		0,1 1	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 29
Спектр 85	76,4	0,4 4	1,1 1	4,44	9,51	0,3 2	0,1 6	0,5 1	5,85	0,0 9	1,01		0,1 5	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 29

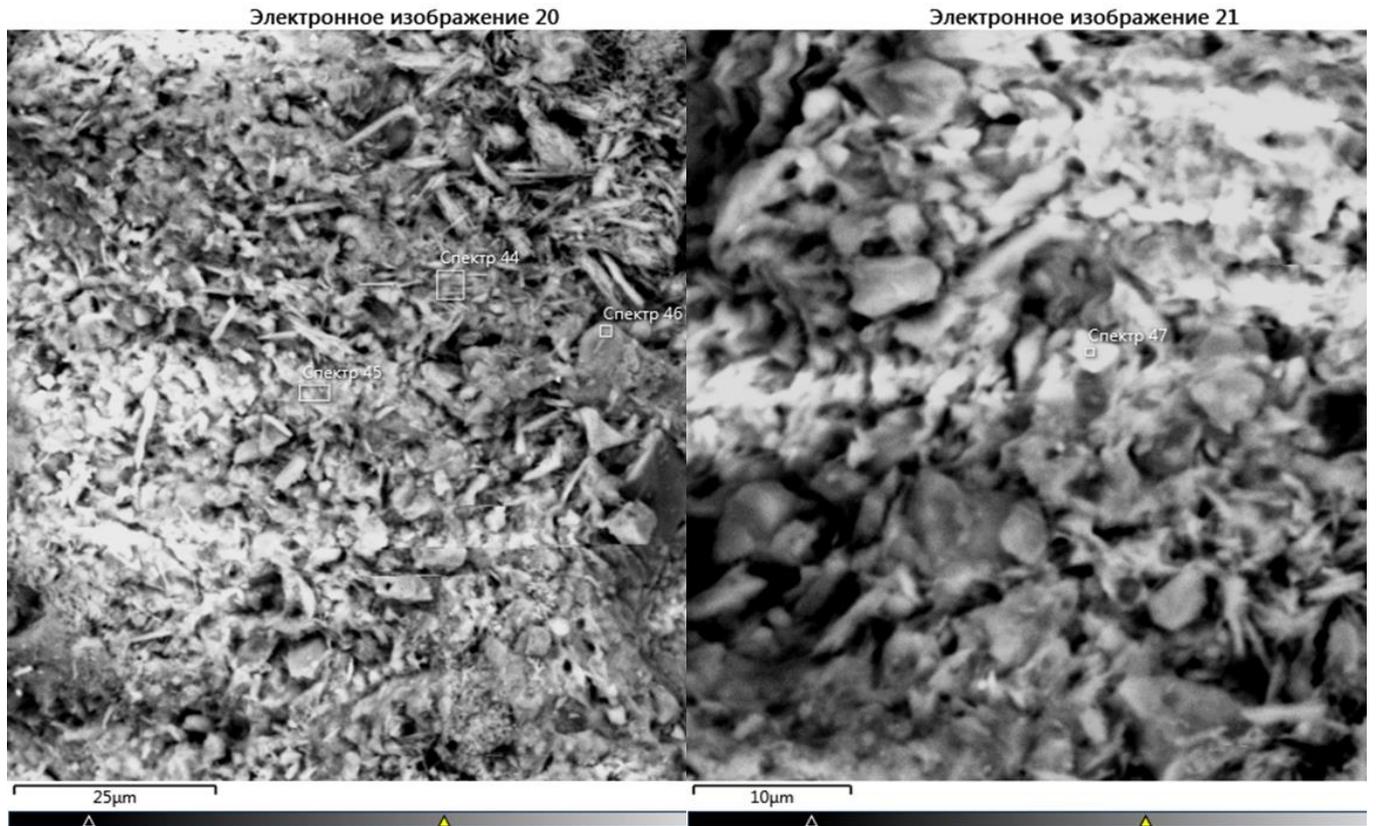


Рисунок X.2 – Электронное изображение 20,21 (спектры:44-48)

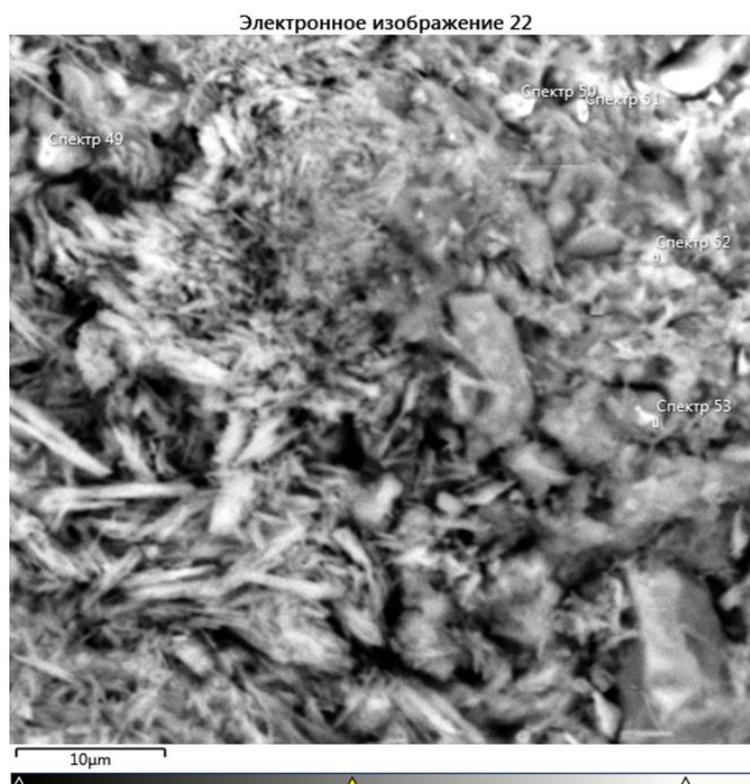


Рисунок X.3 – Электронное изображение 22 (спектры:49-53)

Таблица X.2 Содержание элементов в пробе (спектры:49-53)

<b><u>Все элементы сняты.</u></b>																	
<b><u>Вес. %</u></b>																	
Название спектра	O	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Ti	Mn	Fe	Ni	Cu	Zr	Nb	Сумма	Папка проекта
Спектр 44	53,97		1,76	8,54	20,13		1,93	2,88	0,22	0,48	3,77					93,66	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 20
Спектр 45	72,48		2,98	11,05	22,44		1,73	0,94			3,36					114,99	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 20
Спектр 46	67,07	0,48	1,73	16,22	23,64		6,42	1,31	0,29		1,85		0,68			119,71	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 20
Спектр 47	80,7		2,82	5,33	11,27		1,86	0,78	0,74	0,8	4,4		1,12	36,74	2,9	149,47	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 21
Спектр 48	8,46		0,34	1,05	2,4	0,67	0,31	6,78			1,31					21,33	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 21
Спектр 49	74,67		1,46	8,55	18,32	0,2	1,86	9,63	5,86		2,9		0,74			124,18	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 22
Спектр 50	73,3		1,15	6,44	19,8		1,03	11,49	10,92		2,19		0,94			127,25	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 22
Спектр 51	61,19		5,89	7,84	17,54		0,97	0,89	0,33		25,04		0,85			120,54	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 22
Спектр 52	70,06		1,57	13,39	22,89		1,59	0,96			3,22		0,68			114,36	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 22
Спектр 53	53,91		0,83	5,06	29,06		1,03	3,83			2,65	9,65	0,89			106,91	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 22
<b><u>Результаты нормализованы.</u></b>																	
<b><u>Вес. %</u></b>																	
Название спектра	O	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Ti	Mn	Fe	Ni	Cu	Zr	Nb	Сумма	Папка проекта
Спектр 44	57,68		1,87	9,11	21,47		2,05	3,06	0,23	0,51	4,01					100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 20
Спектр 45	63,08		2,59	9,61	19,5		1,5	0,82			2,91					100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 20
Спектр 46	56,06	0,4	1,45	13,55	19,73		5,35	1,09	0,24		1,54		0,59			100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 20
Спектр 47	53,98		1,88	3,56	7,51		1,24	0,52	0,49	0,53	2,93		0,74	24,55	2,07	100	Палеовулкан-я/Образец

																	1/Участок 21
Спектр 48	39,88		1,58	4,96	11,24	3,09	1,47	31,64			6,14					100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 21
Спектр 49	60,18		1,17	6,89	14,75	0,16	1,49	7,74	4,71		2,33		0,59			100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 22
Спектр 50	57,63		0,9	5,06	15,56		0,81	9,01	8,57		1,72		0,75			100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 22
Спектр 51	50,83		4,88	6,51	14,54		0,81	0,73	0,28		20,72		0,71			100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 22
Спектр 52	61,34		1,37	11,7	19,99		1,39	0,84			2,8		0,57			100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 22
Спектр 53	50,5		0,77	4,73	27,14		0,96	3,57			2,47	9,01	0,85			100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 22
<b><u>Атом. %</u></b>																	
Название спектра	O	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Ti	Mn	Fe	Ni	Cu	Zr	Nb	Сумма	Папка проекта
Спектр 44	72,11		1,54	6,75	15,29		1,05	1,53	0,1	0,19	1,44					100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 20
Спектр 45	75,67		2,04	6,84	13,32		0,74	0,39			1					100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 20
Спектр 46	70,2	0,35	1,19	10,06	14,08		2,74	0,55	0,1		0,55		0,19			100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 20
Спектр 47	79		1,81	3,09	6,26		0,74	0,3	0,24	0,23	1,23		0,27	6,3	0,52	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 21
Спектр 48	59,7		1,56	4,4	9,58	2,31	0,9	18,91			2,63					100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 21
Спектр 49	75,6		0,97	5,13	10,55	0,1	0,77	3,88	1,98		0,84		0,19			100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 22
Спектр 50	74,31		0,77	3,87	11,43		0,43	4,64	3,69		0,63		0,24			100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 22
Спектр 51	69,62		4,4	5,28	11,34		0,45	0,4	0,13		8,13		0,25			100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 22
Спектр 52	74,42		1,1	8,42	13,82		0,69	0,4			0,97		0,17			100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 22
Спектр 53	67,81		0,68	3,77	20,76		0,53	1,91			0,95	3,3	0,29			100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 22

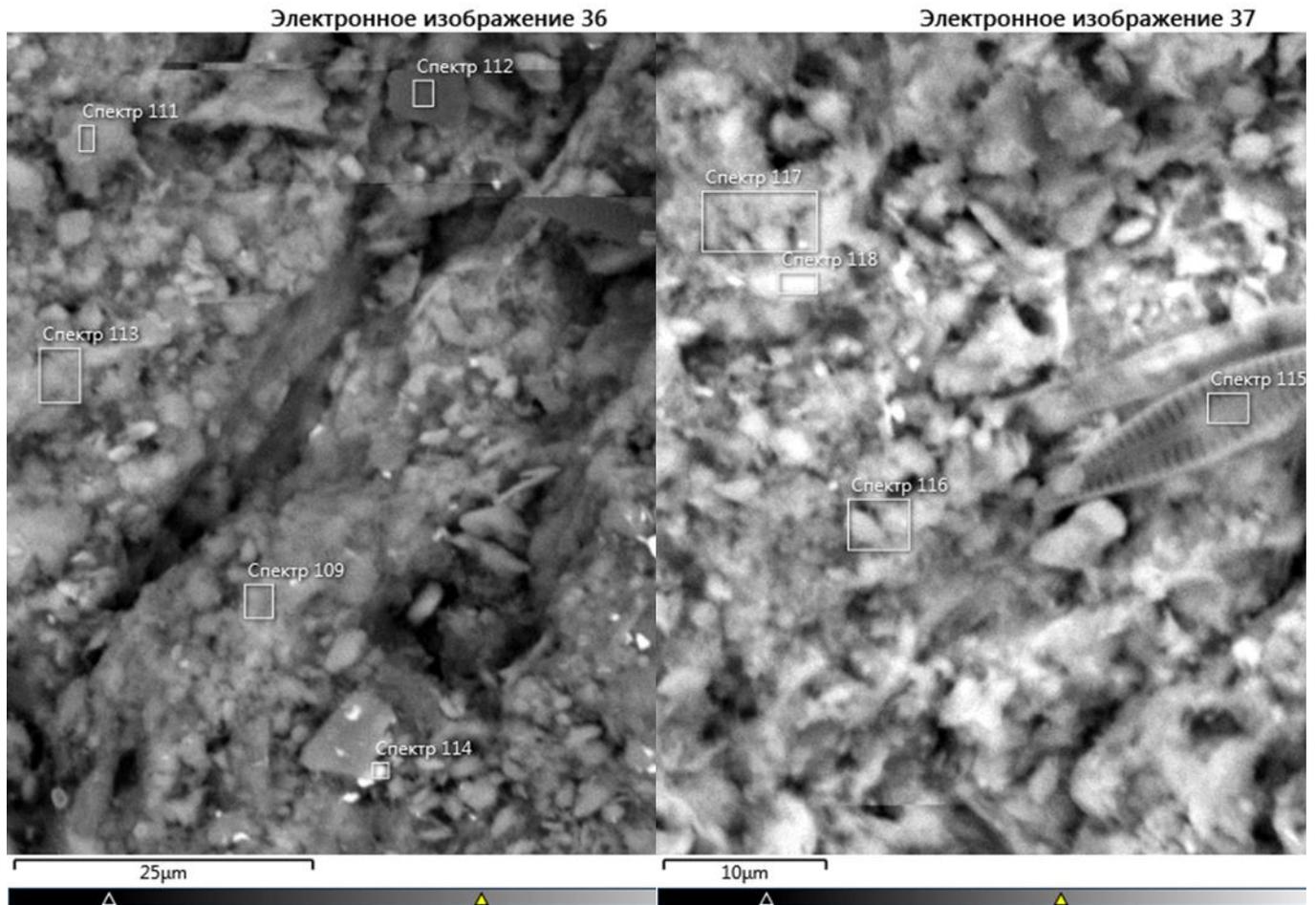


Рисунок X.4 – Электронное изображение 36,37 (спектры:109-118)

Таблица Х.3 Содержание элементов в пробе (спектры:109-118)

<b><u>Все элементы сняты.</u></b>																		
<b><u>Вес. %</u></b>																		
Название спектра	O	F	Na	Mg	Al	Si	P	S	K	Ca	Ti	Fe	Ni	Cu	Сумма	Папка проекта		
Спектр 109	51,71		0,4	2,23	7,77	20,36	0,63		2,17	3,09	0,27	5,16		0,53	94,32	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 36		
Спектр 110	17,58	1,9		0,51	2,02	14,02			0,43	0,32		3,34	47,27		87,39	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 36		
Спектр 111	59,43		0,46	1,66	9,85	23,67			3,94	1,33		3,43		0,78	104,55	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 36		
Спектр 112	14,18			0,45	2,33	9,18			1,06	0,86	0,24	3,62		0,5	32,43	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 36		
Спектр 113	29,16			0,97	3,28	9,07	1,88	0,41	1,01	9,65	0,37	5,98		0,73	62,51	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 36		
Спектр 114	23,01		1,13	0,69	5,34	11,66	0,31	0,19	0,9	4,28	0,17	4,03	22,65	1,08	75,42	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 36		
Спектр 115	46,13			1,1	5,78	21,92	0,25		1,78	1,15	0,43	1,83		0,58	80,97	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 37		
Спектр 116	35,26		0,48	1,15	5,45	17,08	1,02		2,03	3,25	0,23	5,11		0,81	71,88	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 37		
Спектр 117	45,89			1,91	6,45	14,85	1,16	0,27	1,7	7,73	0,45	5,66		0,68	86,75	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 37		
Спектр 118	37,19			3,54	6,26	13,29	1,07	0,2	1,65	3,98	0,31	8,72		0,84	77,04	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 37		
<b><u>Результаты нормализованы.</u></b>																		
<b><u>Вес. %</u></b>																		
Название спектра	O	F	Na	Mg	Al	Si	P	S	K	Ca	Ti	Fe	Ni	Cu	Сумма	Папка проекта		
Спектр 109	54,82		0,43	2,37	8,24	21,59	0,67		2,3	3,28	0,29	5,47		0,56	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 36		
Спектр 110	20,12	2,17		0,58	2,31	16,04			0,49	0,37		3,83	54,09		100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 36		
Спектр 111	56,85		0,44	1,59	9,42	22,64			3,77	1,28		3,28		0,74	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 36		
Спектр 112	43,74			1,38	7,19	28,3			3,27	2,65	0,73	11,17		1,55	100	Палеовулкан-я/Образец		

																1/Участок 36
Спектр 113	46,64			1,55	5,25	14,51	3,01	0,66	1,62	15,43	0,6	9,57		1,17	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 36
Спектр 114	30,51		1,5	0,91	7,08	15,46	0,41	0,25	1,19	5,67	0,23	5,34	30,03	1,44	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 36
Спектр 115	56,98			1,35	7,14	27,08	0,31		2,2	1,42	0,54	2,26		0,72	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 37
Спектр 116	49,06		0,67	1,6	7,58	23,76	1,42		2,82	4,52	0,32	7,11		1,12	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 37
Спектр 117	52,9			2,21	7,44	17,11	1,33	0,31	1,96	8,91	0,51	6,52		0,78	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 37
Спектр 118	48,27			4,59	8,12	17,26	1,39	0,25	2,14	5,17	0,4	11,31		1,09	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 37
<b><u>Атом. %</u></b>																
Название спектра	O	F	Na	Mg	Al	Si	P	S	K	Ca	Ti	Fe	Ni	Cu	Сумма	Папка проекта
Спектр 109	70,06		0,38	1,99	6,24	15,71	0,44		1,2	1,67	0,12	2		0,18	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 36
Спектр 110	41,04	3,73		0,78	2,8	18,64			0,41	0,3		2,24	30,07		100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 36
Спектр 111	71,19		0,38	1,31	7	16,15			1,93	0,64		1,18		0,23	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 36
Спектр 112	61,38			1,28	5,98	22,62			1,88	1,49	0,34	4,49		0,55	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 36
Спектр 113	65,71			1,43	4,39	11,65	2,19	0,46	0,93	8,68	0,28	3,86		0,41	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 36
Спектр 114	52,25		1,78	1,03	7,19	15,08	0,36	0,21	0,83	3,87	0,13	2,62	14,01	0,62	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 36
Спектр 115	71,07			1,11	5,28	19,24	0,2		1,12	0,71	0,22	0,81		0,23	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 37
Спектр 116	65,65		0,63	1,41	6,02	18,11	0,98		1,54	2,42	0,14	2,73		0,38	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 37
Спектр 117	69,65			1,91	5,81	12,83	0,91	0,21	1,06	4,68	0,23	2,46		0,26	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 37
Спектр 118	65,79			4,12	6,57	13,4	0,98	0,17	1,19	2,81	0,18	4,42		0,37	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 37

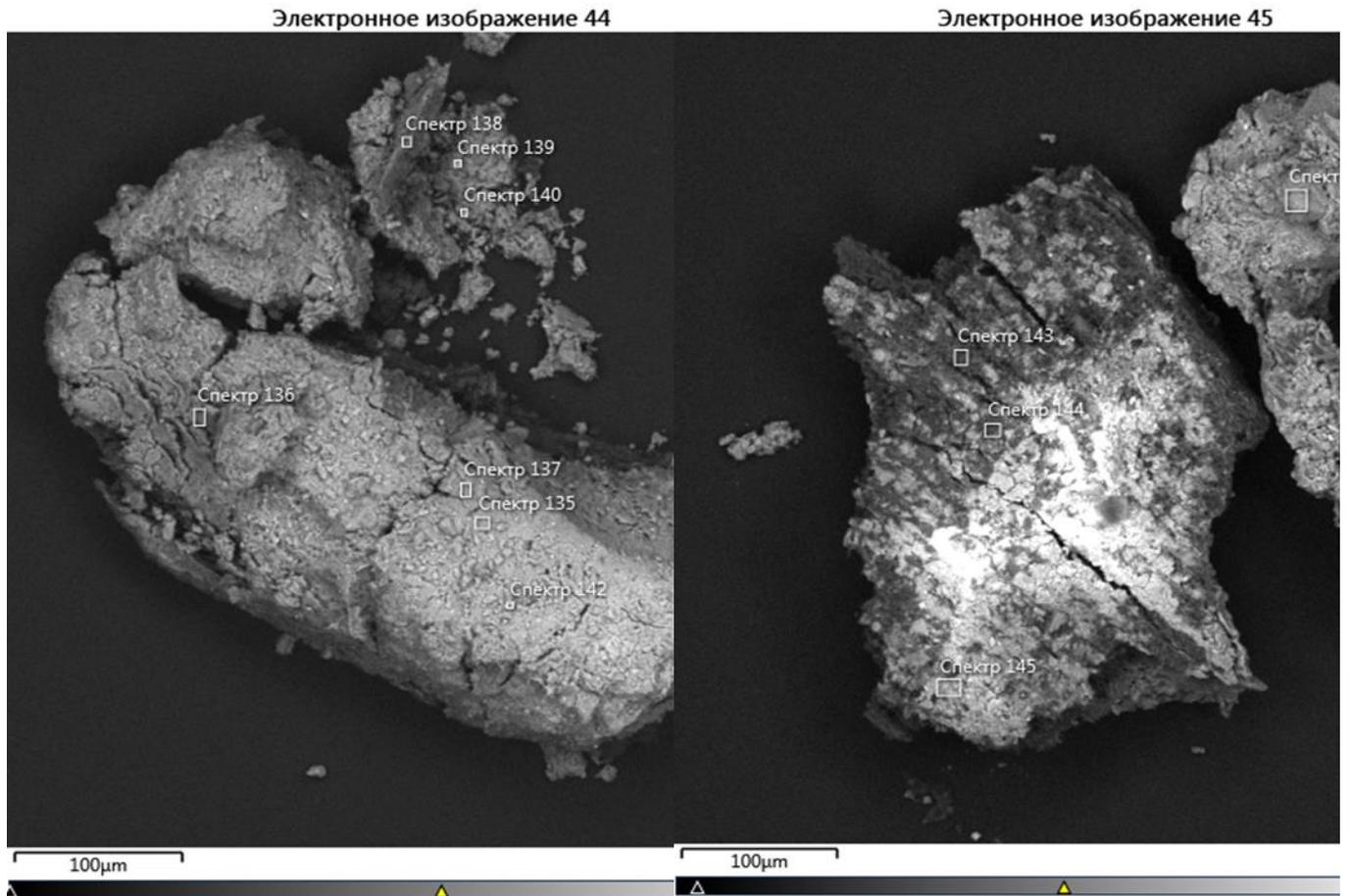


Рисунок X.5 – Электронное изображение 44,45 (спектры:135-146)

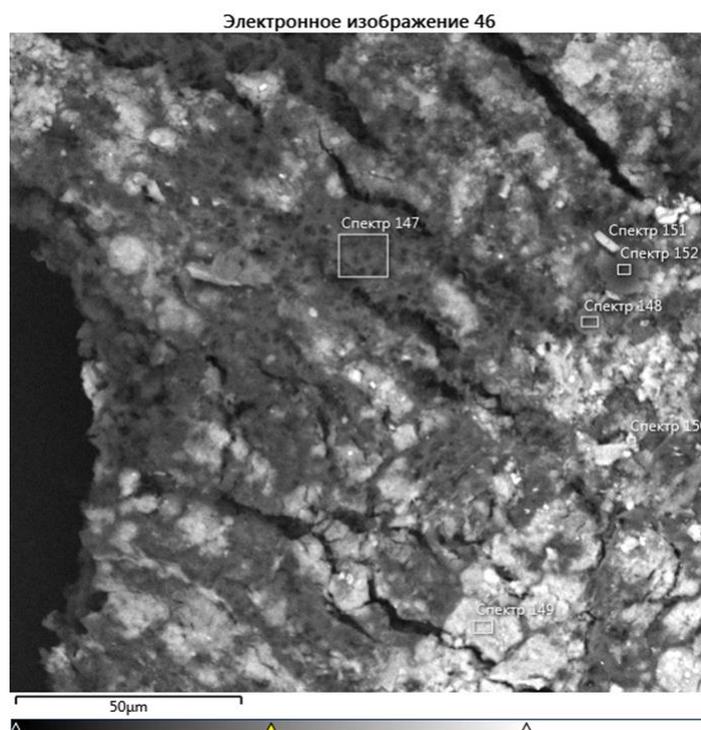


Рисунок X.6 – Электронное изображение 46 (спектры:147-152)

Таблица X.4 Содержание элементов в пробе (спектры: 135-152)

<i><b>Все элементы сняты.</b></i>																			
<i><b>Вес. %</b></i>																			
Название спектра	C	O	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Ti	V	Cr	Fe	Ni	Cu	Сумма	Папка проекта		
Спектр 135	6,5	41,58		1,19	6,85	15,61		1,53	0,57	0,2			2,25			76,28	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 44		
Спектр 136	11,21	47,86	0,47	1,21	7,43	18,6		2,52	0,65	0,29			3,48			93,73	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 44		
Спектр 137	6,58	51,38		1,13	10,74	17,33		2,94	0,38	0,2			2,05			92,72	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 44		
Спектр 138		52,93	0,43	1,12	7,05	20,17	0,19	1,38	0,8	0,24			3,13		0,69	88,12	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 44		
Спектр 140	0,93	2,09			0,09	0,24		0,09		4,18	0,32		1,51		0,83	10,28	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 44		
Спектр 141	6,73	23,65		0,87	5,23	10,99		0,6	0,51				3,01	25,69		77,28	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 44		
Спектр 142	15,65	40,95	0,34	2,06	5,63	11,11		0,86	2,78				4,53			83,9	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 44		
Спектр 143	32,85	31,5			0,35	0,48	0,29		0,52				0,26		0,41	66,67	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 45		
Спектр 144	32,59	32,95			0,46	0,85	0,27		0,7			0,17	0,23		0,33	68,57	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 45		
Спектр 145	19,04	38,08	0,33	0,69	3,91	8,67	0,19	0,65	0,76	0,15			1,81		0,56	74,85	Палеовулкан-я/Образец		

																	1/Участок 45
Спектр 146		49,58		0,8	3,21	24,91		0,75					1,65			80,9	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 45
Спектр 147	31,43	28,8			0,25	0,5	0,24		0,65							61,85	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 46
Спектр 148	59,4	29,57		0,36	1,68	4,13	0,19	0,43	0,6				1,02			97,38	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 46
Спектр 149		33,13		1,12	5,8	15,87		0,96	1,23				3,03			61,14	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 46
Спектр 150	20,23	43,2		0,3	0,8	5,41	0,39	0,2	11,18				0,42		0,44	82,56	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 46
Спектр 151	21,17	32,68		0,31	1,32	3,68	0,28	0,16	0,77				0,65			61,03	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 46
Спектр 152	80,39	23,83		0,34	1,73	4,13		0,4	0,37				0,58			111,78	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 46
<b><u>Результаты нормализованы.</u></b>																	
<b><u>Вес. %</u></b>																	
Название спектра	C	O	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Ti	V	Cr	Fe	Ni	Cu	Сумма	Папка проекта
Спектр 135	8,53	54,52		1,55	8,98	20,47		2,01	0,74	0,26			2,94			100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 44
Спектр 136	11,97	51,07	0,5	1,29	7,93	19,84		2,69	0,7	0,31			3,71			100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 44
Спектр 137	7,09	55,41		1,22	11,58	18,69		3,17	0,41	0,21			2,21			100	Палеовулкан-я/Образец

																	1/Участок 44
Спектр 138		60,07	0,49	1,27	8	22,88	0,22	1,57	0,9	0,27			3,55		0,78	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 44
Спектр 140	9,04	20,35			0,92	2,33		0,85		40,66	3,07		14,67		8,12	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 44
Спектр 141	8,71	30,61		1,13	6,76	14,22		0,78	0,65				3,89	33,25		100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 44
Спектр 142	18,65	48,81	0,41	2,46	6,71	13,23		1,02	3,31				5,39			100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 44
Спектр 143	49,28	47,25			0,52	0,72	0,44		0,78				0,39		0,61	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 45
Спектр 144	47,53	48,06			0,67	1,25	0,4		1,03			0,24	0,34		0,49	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 45
Спектр 145	25,44	50,87	0,44	0,92	5,22	11,58	0,26	0,87	1,02	0,2			2,42		0,75	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 45
Спектр 146		61,29		0,98	3,97	30,79		0,92					2,05			100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 45
Спектр 147	50,81	46,56			0,4	0,81	0,39		1,05							100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 46
Спектр 148	61	30,37		0,36	1,73	4,24	0,2	0,44	0,61				1,05			100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 46
Спектр 149		54,19		1,84	9,48	25,96		1,57	2				4,96			100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 46
Спектр 150	24,51	52,32		0,36	0,97	6,55	0,47	0,24	13,54				0,5		0,53	100	Палеовулкан-я/Образец

																	1/Участок 46
Спектр 151	34,69	53,55		0,51	2,16	6,04	0,46	0,27	1,26				1,07			100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 46
Спектр 152	71,92	21,32		0,3	1,55	3,69		0,36	0,33				0,52			100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 46
<b><u>Атом. %</u></b>																	
Название спектра	C	O	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Ti	V	Cr	Fe	Ni	Cu	Сумма	Папка проекта
Спектр 135	13,22	63,44		1,19	6,2	13,57		0,96	0,34	0,1			0,98			100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 44
Спектр 136	18,36	58,87	0,41	0,98	5,42	13,03		1,27	0,32	0,12			1,23			100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 44
Спектр 137	11,07	64,93		0,94	8,05	12,48		1,52	0,19	0,08			0,74			100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 44
Спектр 138		73,76	0,42	1,02	5,82	16,01	0,13	0,79	0,44	0,11			1,25		0,24	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 44
Спектр 140	21,74	36,73			0,98	2,39		0,62		24,51	1,74		7,58		3,69	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 44
Спектр 141	17,62	46,5		1,13	6,09	12,31		0,49	0,4				1,69	13,77		100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 44
Спектр 142	27,49	54,01	0,32	1,79	4,41	8,35		0,46	1,46				1,71			100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 44
Спектр 143	57,37	41,3			0,27	0,36	0,19		0,27				0,1		0,13	100	Палеовулкан-я/Образец

																	1/Участок 45
Спектр 144	55,84	42,38			0,35	0,63	0,17		0,36			0,07	0,08		0,11	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 45
Спектр 145	34,86	52,33	0,32	0,63	3,18	6,79	0,13	0,37	0,42	0,07			0,71		0,19	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 45
Спектр 146		74,03		0,78	2,84	21,19		0,46					0,71			100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 45
Спектр 147	58,57	40,3			0,2	0,4	0,17		0,36							100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 46
Спектр 148	69,97	26,15		0,21	0,88	2,08	0,09	0,16	0,21				0,26			100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 46
Спектр 149		68,88		1,54	7,15	18,8		0,82	1,02				1,8			100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 46
Спектр 150	34,17	54,77		0,25	0,6	3,91	0,25	0,1	5,66				0,15		0,14	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 46
Спектр 151	43,6	50,54		0,32	1,21	3,25	0,22	0,1	0,48				0,29			100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 46
Спектр 152	79,32	17,65		0,17	0,76	1,74		0,12	0,11				0,12			100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 46

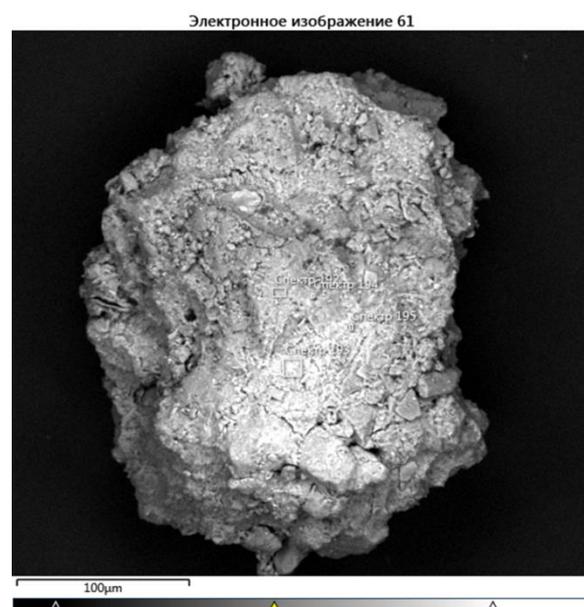
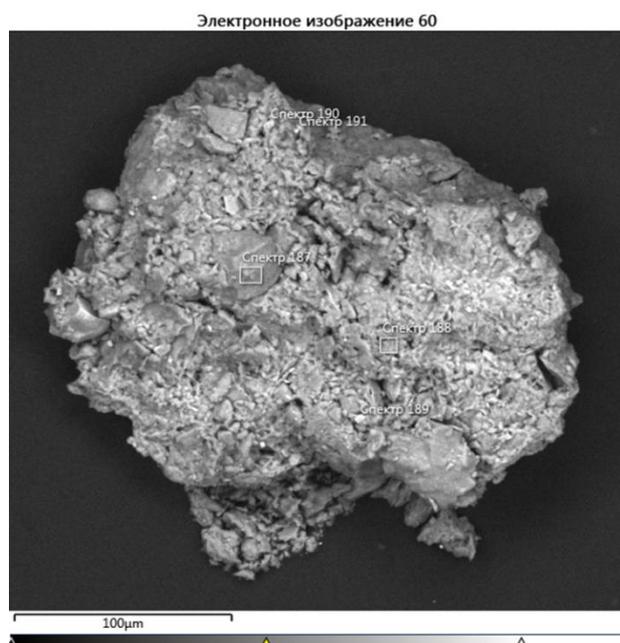


Рисунок X.7 – Электронное изображение 60,61 (спектры:187-195)

Таблица X.5 Содержание элементов в пробе (спектры:187-195)

<b><u>Все элементы сняты.</u></b>																	
<b><u>Вес. %</u></b>																	
Название спектра	O	Mg	Al	Si	P	K	Ca	Ti	Mn	Fe	Cu	Ag	La	Ce	Nd	Сумма	Папка проекта
Спектр 187	18,96		1,17	15,21		0,48				2,01						37,83	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 60
Спектр 188	16,39	0,57	2,9	7,38		0,93	0,46	0,18		2,37						31,19	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 60
Спектр 189	22,57	0,98	2,55	3,43		0,45	0,26			40,93	0,85					72,01	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 60
Спектр 190	43,29	0,8	3,81	6,56		0,75	0,17	10,91		1,06						67,35	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 60
Спектр 191	14,97	0,69	3,46	7,93	1,26	1,1	1,18			2,16	0,64	0,8	2,75	5,49	1,46	43,89	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 60
Спектр 192	34,75	1,12	4,47	8,71		0,6	0,24			0,48						50,38	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 61
Спектр 193	43,9	1,36	5,74	14,59		0,91	0,3			1,81						68,61	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 61
Спектр 194	24,44	0,64	3,75	7,28		0,86	0,3	0,29	0,33	16,42	0,45					54,76	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 61
Спектр 195	25,52	1	4,63	9,94		1,02	0,49			1,61						44,21	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 61
<b><u>Результаты нормализованы.</u></b>																	
<b><u>Вес. %</u></b>																	
Название спектра	O	Mg	Al	Si	P	K	Ca	Ti	Mn	Fe	Cu	Ag	La	Ce	Nd	Сумма	Папка проекта
Спектр 187	50,13		3,08	40,2		1,27				5,32						100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 60
Спектр 188	52,56	1,84	9,31	23,68		2,97	1,46	0,59		7,6						100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 60
Спектр 189	31,34	1,37	3,54	4,76		0,62	0,36			56,83	1,18					100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 60
Спектр	64,28	1,18	5,66	9,73		1,11	0,26	16,2		1,58						100	Палеовулкан-я/Образец

190																	1/Участок 60
Спектр 191	34,1	1,58	7,88	18,06	2,86	2,51	2,69			4,92	1,45	1,82	6,27	12,52	3,32	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 60
Спектр 192	68,98	2,22	8,88	17,29		1,19	0,48			0,96						100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 61
Спектр 193	63,98	1,99	8,36	21,26		1,33	0,44			2,64						100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 61
Спектр 194	44,63	1,18	6,84	13,29		1,56	0,55	0,54	0,6	29,99	0,82					100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 61
Спектр 195	57,73	2,25	10,47	22,49		2,32	1,11			3,64						100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 61
<b><u>Атом. %</u></b>																	
Название спектра	O	Mg	Al	Si	P	K	Ca	Ti	Mn	Fe	Cu	Ag	La	Ce	Nd	Сумма	Папка проекта
Спектр 187	65,19		2,38	29,78		0,68				1,98						100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 60
Спектр 188	68,3	1,57	7,18	17,53		1,58	0,76	0,25		2,83						100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 60
Спектр 189	58,01	1,66	3,88	5,02		0,47	0,26			30,14	0,55					100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 60
Спектр 190	79,97	0,97	4,18	6,9		0,56	0,13	6,73		0,56						100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 60
Спектр 191	58,55	1,79	8,02	17,66	2,54	1,76	1,84			2,42	0,63	0,46	1,24	2,45	0,63	100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 60
Спектр 192	79,74	1,69	6,08	11,38		0,57	0,22			0,32						100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 61
Спектр 193	76,31	1,56	5,92	14,45		0,65	0,21			0,9						100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 61
Спектр 194	66,57	1,15	6,05	11,29		0,95	0,33	0,27	0,26	12,82	0,31					100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 61
Спектр 195	71,57	1,84	7,69	15,88		1,18	0,55			1,29						100	Палеовулкан-я/Образец 1/Участок 61

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ (РОСПРИРОДАДЗОР)  
 ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ЦЕНТР ЛАБОРАТОРНОГО АНАЛИЗА И ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ ПО ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ»  
 ЦЕНТР ЛАБОРАТОРНОГО АНАЛИЗА И ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ ПО ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ  
 (филиал ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО» - ЦЛАТИ по Волгоградской области)  
 ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ  
 400001, г. Волгоград, ул. Профсоюзная, 30, тел. 94-86-60 факс 94-86-60

Утверждаю  
 Руководитель ИЛ  
 ЦЛАТИ по Волгоградской области  
 Д.С. Микша  
 М.П.

№ 226п/22  
 от 08.09.2022

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ** по результатам проведения лабораторных исследований и измерений проб почвы

**Информация об объекте контроля:**

Организационно-правовая форма и наименование юридического лица (ФИО ИП, физического лица)	-
Местонахождение юридического лица (место жительства ИП, физического лица)	Территория Среднеахтубинского района Волгоградской области
ИПН	-

Сроки проведения лабораторных исследований и измерений

от 18.08.2022 Почва до 30.08.2022

Место (точки) отбора, наименование выпуска, источника выброса, и др.:

Пробная площадка № 2. Земельный участок площадью 100 м<sup>2</sup>. Географические координаты: 48.78068 СШ, 44.86381 ВД. Метод конверта 10 x 10 м.

По результатам проведения лабораторных исследований и измерений, проведенных в рамках заявки Межрегионального управления Росприроднадзора по Астраханской и Волгоградской областям № 02-06/17177 от 18.08.2022 установлено наличие/отсутствие превышения концентрации загрязняющих веществ. Сведения о показателях, по которым установлены превышения, приведены в таблице:

Определяемый показатель	Глубина отбора пробы, см	Единицы измерения	Результаты измерений	Единицы измерения	Нормативы качества (ПДК, ОДК, Фоновое значение <sup>1)</sup> )	Превышение, раз
Медь <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	16,7	мг/кг	132 <sup>1)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	15,9	мг/кг	132 <sup>1)</sup>	не обнаружено
Цинк <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	50,5	мг/кг	220 <sup>1)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	42,6	мг/кг	220 <sup>1)</sup>	не обнаружено
Натрий	0-5	мг/кг	246	мг/кг	346 <sup>2)</sup>	-
	5-20	мг/кг	313	мг/кг	434 <sup>2)</sup>	-
Мышьяк <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	1,0	мг/кг	10,0 <sup>1)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	0,86	мг/кг	10,0 <sup>1)</sup>	не обнаружено
Никель <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	24,7	мг/кг	80,0 <sup>1)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	25,1	мг/кг	80,0 <sup>1)</sup>	не обнаружено
Кадмий <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	0,16	мг/кг	2,0 <sup>1)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	0,14	мг/кг	2,0 <sup>1)</sup>	не обнаружено
Свинец <sup>2)</sup>	0-5	мг/кг	8,0	мг/кг	130 <sup>1)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	7,4	мг/кг	130 <sup>1)</sup>	не обнаружено
Кальций	0-5	мг/кг	4260	мг/кг	3059 <sup>2)</sup>	увеличен в 1,4 раз
	5-20	мг/кг	4225	мг/кг	2896 <sup>2)</sup>	увеличен в 1,4 раз
Калий	0-5	мг/кг	4645	мг/кг	3300 <sup>2)</sup>	увеличен в 1,5 раз
	5-20	мг/кг	3000	мг/кг	4350 <sup>2)</sup>	-
Ртуть <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	0,017	мг/кг	2,1 <sup>1)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	0,013	мг/кг	2,1 <sup>1)</sup>	не обнаружено
Массовая концентрация водорастворимых форм: нитрат-иона <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	52,4	мг/кг	14,8 <sup>2)</sup>	3,5
	5-20	мг/кг	19,9	мг/кг	9,3 <sup>2)</sup>	2,1
Органическое вещество	0-5	%	2,02	%	1,14 <sup>2)</sup>	увеличен в 1,2 раз
	5-20	%	1,90	%	1,06 <sup>2)</sup>	увеличен в 1,2 раз
Водородный показатель (водной вытяжки)	0-5	ед.рН	8,12	ед.рН	7,97 <sup>2)</sup>	-
	5-20	ед.рН	8,11	ед.рН	7,95 <sup>2)</sup>	-
Водородный показатель (солевой вытяжки)	0-5	ед.рН	7,62	ед.рН	7,47 <sup>2)</sup>	-
	5-20	ед.рН	7,61	ед.рН	7,44 <sup>2)</sup>	-
Фосфор валовый	0-5	%	< 0,0125*	%	< 0,0125* <sup>2)</sup>	-
	5-20	%	< 0,0125*	%	< 0,0125* <sup>2)</sup>	-
Азот нитритный	0-5	мг/кг	> 0,36*	мг/кг	0,47 <sup>2)</sup>	-
	5-20	мг/кг	> 0,36*	мг/кг	0,45 <sup>2)</sup>	-
Сера (валовое содержание)	0-5	мг/кг	3350	мг/кг	160,0 <sup>1)</sup>	увеличен в 20,9 раз
	5-20	мг/кг	1321	мг/кг	160,0 <sup>1)</sup>	увеличен в 8,3 раз
Нефтепродукты <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	59,3	мг/кг	55,1 <sup>2)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	59,0	мг/кг	59,7 <sup>2)</sup>	не обнаружено

1) СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (Раздел IV. Почва населенных мест и сельскохозяйственных угодий. Таблица 4.1);

2) Протокол измерений проб почвы № 226п/22 от 08.09.2022;

3) Данный показатель включен в Перечень загрязняющих веществ в отношении которых применяются меры государственного регулирования в ООС, утвержденный распоряжением Правительства РФ от 08 июля 2015 года № 1316-Р.

4) При отсутствии установленного норматива качества окружающей среды для почв (для конкретного загрязняющего вещества), в качестве значения норматива качества окружающей среды для почв применяется значение концентрации этого загрязняющего вещества на сопредельной территории аналогичного целевого назначения и вида использования, не испытывающей негативного воздействия от данного вида нарушения (Методикачисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды (с изменениями на 18 ноября 2021 года). Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 8 июля 2010 года № 238, зарегистрирована в Министерстве юстиции Российской Федерации 7 сентября 2010 года, регистрационный № 18364).

\*В связи с тем, что получены массовые концентрации фосфора валового ниже, а азота нитритного выше диапазонов определения, установленных в области аккредитации испытательной лаборатории, проведены сравнительный анализ не представляется возможным.

Начальник сектора обеспечения государственного экологического контроля

О.В. Марченко

Запрещается частичная перепечатка или копирование заключения без письменного разрешения директора филиала ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО» - ЦЛАТИ по Волгоградской области

страница 1 из 1

Рисунок X.8 – Заключение № 226п/22

Утверждаю  
 Руководитель ИИЛ филиала ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО» -  
 ЦЛАТИ по Волгоградской области  
 Д.С. Мышко  
 м.п.



**ЗАКЛЮЧЕНИЕ** по результатам проведения лабораторных исследований и измерений проб почвы

№ 223п/22  
 от 08.09.2022

**Информация об объекте контроля:**

Организационно-правовая форма и наименование юридического лица (ФИО ИП, физического лица)	
Местонахождение юридического лица (место жительства ИП, физического лица)	Территория Среднеахтубинского района Волгоградской области
ИНН	

**Сроки проведения лабораторных исследований и измерений**

от 18.08.2022 до 30.08.2022

**Объект контроля:**

Почва

Место (точка) отбора, наименование выпуска, источника выброса, и др.:

Пробная площадка № 5. Земельный участок площадью 100 м<sup>2</sup>. Географические координаты: 48.76986 СШ, 44.86168 ВД. Метод конверта 10 x 10 м.

По результатам проведения лабораторных исследований и измерений, проведенных в рамках заявки Межрегионального управления Росприроднадзора по Астраханской и Волгоградской областям № 02-06/17177 от 18.08.2022 установлено наличие/отсутствие превышения концентраций загрязняющих веществ. Сведения о показателях, по которым установлены превышения, приведены в таблице:

Определяемый показатель	Глубина отбора пробы, см	Единицы измерения	Результаты измерений	Единицы измерения	Нормативы качества (ПДК, ОДК, Фоновое значение <sup>1)</sup> )	Превышение, раз
Медь <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	16,6	мг/кг	132 <sup>1)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	15,6	мг/кг	132 <sup>1)</sup>	не обнаружено
Цинк <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	52,8	мг/кг	220 <sup>1)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	48,1	мг/кг	220 <sup>1)</sup>	не обнаружено
Натрий	0-5	мг/кг	336	мг/кг	346 <sup>2)</sup>	-
	5-20	мг/кг	423	мг/кг	434 <sup>2)</sup>	-
Мышьяк <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	0,56	мг/кг	10,0 <sup>1)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	0,68	мг/кг	10,0 <sup>1)</sup>	не обнаружено
Никель <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	22,5	мг/кг	80,0 <sup>1)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	22,3	мг/кг	80,0 <sup>1)</sup>	не обнаружено
Кадмий <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	0,18	мг/кг	2,0 <sup>1)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	0,14	мг/кг	2,0 <sup>1)</sup>	не обнаружено
Свинец <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	8,3	мг/кг	130 <sup>1)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	7,5	мг/кг	130 <sup>1)</sup>	не обнаружено
Кальций	0-5	мг/кг	2966	мг/кг	3059 <sup>2)</sup>	-
	5-20	мг/кг	2725	мг/кг	2896 <sup>2)</sup>	-
Калий	0-5	мг/кг	4475	мг/кг	3300 <sup>2)</sup>	увеличен в 1,4 раз
	5-20	мг/кг	5100	мг/кг	4350 <sup>2)</sup>	увеличен в 1,2 раз
Ртуть <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	0,016	мг/кг	2,1 <sup>1)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	0,015	мг/кг	2,1 <sup>1)</sup>	не обнаружено
Массовая концентрация водорастворимых форм: нитрат-иона <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	48,9	мг/кг	14,8 <sup>2)</sup>	3,3
	5-20	мг/кг	30,8	мг/кг	9,3 <sup>2)</sup>	3,3
Органическое вещество	0-5	%	3,15	%	1,14 <sup>2)</sup>	увеличен в 2,8 раз
	5-20	%	3,03	%	1,06 <sup>2)</sup>	увеличен в 2,9 раз
Водородный показатель (водной вытяжки)	0-5	ед. рН	7,13	ед. рН	7,97 <sup>2)</sup>	-
	5-20	ед. рН	7,12	ед. рН	7,95 <sup>2)</sup>	-
Водородный показатель (солевой вытяжки)	0-5	ед. рН	6,68	ед. рН	7,47 <sup>2)</sup>	-
	5-20	ед. рН	6,65	ед. рН	7,44 <sup>2)</sup>	-
Фосфор валовый	0-5	%	< 0,0125*	%	< 0,0125* <sup>2)</sup>	-
	5-20	%	< 0,0125*	%	< 0,0125* <sup>2)</sup>	-
Азот нитритный	0-5	мг/кг	> 0,36*	мг/кг	0,47 <sup>2)</sup>	-
	5-20	мг/кг	> 0,36*	мг/кг	0,45 <sup>2)</sup>	-
Сера (валовое содержание)	0-5	млн <sup>-1</sup>	2100	мг/кг	160,0 <sup>1)</sup>	увеличен в 13,1 раз
	5-20	млн <sup>-1</sup>	1270	мг/кг	160,0 <sup>1)</sup>	увеличен в 7,9 раз
Нефтепродукты <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	58,2	мг/кг	55,1 <sup>2)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	56,8	мг/кг	59,7 <sup>2)</sup>	не обнаружено

1) СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (Раздел IV. Почва населенных мест и сельскохозяйственных угодий. Таблица 4.1);

2) Протокол измерений проб почвы № 223п/22 от 08.09.2022;

3) Данный показатель включен в Перечень загрязняющих веществ в отношении которых применяются меры государственного регулирования в ООС, утвержденный распоряжением Правительства РФ от 08 июля 2015 года № 1316-Р.

4) При отсутствии установленного норматива качества окружающей среды для почв (для конкретного загрязняющего вещества), в качестве значения норматива качества окружающей среды для почв применяется значение концентрации этого загрязняющего вещества на сопредельной территории аналогичного целевого назначения и вида использования, не испытывающей негативного воздействия от данного вида нарушения (Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды (с изменениями на 18 ноября 2021 года). Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 8 июля 2010 года N 238, зарегистрирована в Министерстве юстиции Российской Федерации 7 сентября 2010 года, регистрационный N 18364).

\*В связи с тем, что полученные массовые концентрации фосфора валового ниже, а азота нитритного выше диапазонов определения, установленных в области аккредитации испытательной лаборатории, провести сравнительный анализ не представляется возможным.

Начальник сектора обеспечения государственного экологического контроля

О.В. Марченко

Запрещается частичная перепечатка или копирование заключения без письменного разрешения директора филиала ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО» - ЦЛАТИ по Волгоградской области

Утверждаю  
 Руководитель филиала ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО» -  
 ЦЛАТИ по Волгоградской области  
 Д.С. Милько



ЗАКЛЮЧЕНИЕ по результатам проведения лабораторных исследований и измерений проб почвы

№ 225п/22

от 08.09.2022

Информация об объекте контроля:

Организационно-правовая форма и наименование юридического лица (ФИО ИП, физического лица)	-
Местонахождение юридического лица (место жительства ИП, физического лица)	Территория Среднеахтубинского района Волгоградской области
ИНН	-

Сроки проведения лабораторных исследований и измерений

от 18.08.2022 по 30.08.2022

Объект контроля:

Почва

Место (точка) отбора, наименование выпуска, источника выброса, и др.:

Пробная площадка № 1. Земельный участок площадью 100 м<sup>2</sup>. Географические координаты: 48.7792 СШ, 44.86803 ВД. Метод конверта 10 x 10 м.

По результатам проведения лабораторных исследований и измерений, проведенных в рамках заявки Межрегионального управления Росприроднадзора по Астраханской и Волгоградской областям № 02-06/17177 от 18.08.2022 установлено наличие/отсутствие превышения концентраций загрязняющих веществ. Сведения о показателях, по которым установлены превышения, приведены в таблице:

Определяемый показатель	Глубина отбора пробы, см	Единицы измерения	Результаты измерений	Единицы измерения	Нормативы качества (ПДК, ОДК, Фооновое значение <sup>б</sup> )	Превышение, раз
Медь <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	17,8	мг/кг	132 <sup>1)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	17,3	мг/кг	132 <sup>1)</sup>	не обнаружено
Цинк <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	50,4	мг/кг	220 <sup>1)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	44,5	мг/кг	220 <sup>1)</sup>	не обнаружено
Натрий	0-5	мг/кг	171	мг/кг	346 <sup>2)</sup>	-
	5-20	мг/кг	203	мг/кг	434 <sup>2)</sup>	-
Мышьяк <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	0,40	мг/кг	10,0 <sup>1)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	0,50	мг/кг	10,0 <sup>1)</sup>	не обнаружено
Никель <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	24,9	мг/кг	80,0 <sup>1)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	25,2	мг/кг	80,0 <sup>1)</sup>	не обнаружено
Кадмий <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	0,20	мг/кг	2,0 <sup>1)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	0,20	мг/кг	2,0 <sup>1)</sup>	не обнаружено
Свинец <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	8,3	мг/кг	130 <sup>1)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	8,4	мг/кг	130 <sup>1)</sup>	не обнаружено
Кальций	0-5	мг/кг	4288	мг/кг	3059 <sup>2)</sup>	увеличен в 1,4 раз
	5-20	мг/кг	4195	мг/кг	2896 <sup>2)</sup>	увеличен в 1,4 раз
Калий	0-5	мг/кг	4975	мг/кг	3300 <sup>2)</sup>	увеличен в 1,5 раз
	5-20	мг/кг	3625	мг/кг	4350 <sup>2)</sup>	-
Ртуть <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	0,016	мг/кг	2,1 <sup>1)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	0,015	мг/кг	2,1 <sup>1)</sup>	не обнаружено
Массовая концентрация водорастворимых форм нитрат-иона <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	55,4	мг/кг	14,8 <sup>2)</sup>	3,7
	5-20	мг/кг	23,4	мг/кг	9,3 <sup>2)</sup>	2,5
Органическое вещество	0-5	%	1,41	%	1,14 <sup>2)</sup>	увеличен в 1,2 раз
	5-20	%	1,25	%	1,06 <sup>2)</sup>	увеличен в 1,2 раз
Водородный показатель (водной вытяжки)	0-5	ед. рН	8,04	ед. рН	7,97 <sup>2)</sup>	-
	5-20	ед. рН	8,10	ед. рН	7,95 <sup>2)</sup>	-
Водородный показатель (солевой вытяжки)	0-5	ед. рН	7,54	ед. рН	7,47 <sup>2)</sup>	-
	5-20	ед. рН	7,64	ед. рН	7,44 <sup>2)</sup>	-
Фосфор валовый	0-5	%	< 0,0125 <sup>*</sup>	%	< 0,0125 <sup>2)</sup>	-
	5-20	%	< 0,0125 <sup>*</sup>	%	< 0,0125 <sup>2)</sup>	-
Азот нитритный	0-5	мг/кг	> 0,56 <sup>*</sup>	мг/кг	0,47 <sup>2)</sup>	-
	5-20	мг/кг	> 0,56 <sup>*</sup>	мг/кг	0,45 <sup>2)</sup>	-
Сера (валовое содержание)	0-5	мг/кг	2050	мг/кг	160,0 <sup>1)</sup>	увеличен в 12,8 раз
	5-20	мг/кг	1117	мг/кг	160,0 <sup>1)</sup>	увеличен в 6,9 раз
Нефтепродукты <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	58,3	мг/кг	55,1 <sup>2)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	38,6	мг/кг	59,7 <sup>2)</sup>	не обнаружено

1) СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (Раздел IV. Почва населенных мест и сельскохозяйственных угодий. Таблица 4.1).

2) Протокол измерений проб почвы № 225п/22 от 08.09.2022;

3) Данный показатель включен в Перечень загрязняющих веществ в отношении которых применяются меры государственного регулирования в ООС, утвержденный распоряжением Правительства РФ от 08 июля 2015 года № 1316-Р.

4) При отсутствии установленного норматива качества окружающей среды для почв (для конкретного загрязняющего вещества), в качестве значения норматива качества окружающей среды для почв применяется значение концентрации этого загрязняющего вещества на сопредельной территории аналогичного целевого назначения и вида использования, не испытывающей негативного воздействия от данного вида нарушения (Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды (с изменениями на 18 ноября 2021 года). Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 8 июля 2010 года N 238, зарегистрирована в Министерстве юстиции Российской Федерации 7 сентября 2010 года, регистрационный N 18364).

\* В связи с тем, что полученные массовые концентрации фосфора валового ниже, а азота нитритного выше диапазонов определения, установленных в области аккредитации испытательной лаборатории, провести сравнительный анализ не представляется возможным.

Начальник сектора обеспечения государственного экологического контроля

О.В. Марченко

Запрещается частичная перепечатка или копирование заключения без письменного разрешения директора филиала ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО» - ЦЛАТИ по Волгоградской области

страница 1 из 1

Рисунок X.10 – Заключение №225п/22

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ (РОСПРИРОДНАДЗОР)  
 ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ЦЕНТР ЛАБОРАТОРНОГО АНАЛИЗА И ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ ПО ЮЖНОМУ ФЕДЕРАЛЬНОМУ  
 ЦЕНТРУ ЛАБОРАТОРНОГО АНАЛИЗА И ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ ПО ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ  
 (филиал ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО» - ЦЛАТИ по Волгоградской области)  
 ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ  
 400001, г. Волгоград, ул. Профсоюзная, 30, тел. 94-86-60 факс 94-86-60

Утверждаю  
 Руководитель ИЛ филиала ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО» -  
 ЦЛАТИ по Волгоградской области  
 Д.С. Мышко



**ЗАКЛЮЧЕНИЕ** по результатам проведения лабораторных исследований и измерений проб почвы

**Информация об объекте контроля:**

Организационно-правовая форма и наименование юридического лица (ФИО ИП, физического лица)	-
Местонахождение юридического лица (место жительства ИП, физического лица)	Территория Среднеахтубинского района Волгоградской области
ИНН	-

**Сроки проведения лабораторных исследований и измерений**

от 18.08.2022 по 30.08.2022

**Объект контроля:**

Почва

Место (точки) отбора, наименование выпуска, источника выброса, и др.:

Пробная площадка № 7. Земельный участок площадью 100 м<sup>2</sup>. Географические координаты: 48.78186 СШ, 44.86088 ВД. Метод конверта 10 x 10 м.

По результатам проведения лабораторных исследований и измерений, проведенных в рамках заявки Межрегионального управления Росприроднадзора по Астраханской и Волгоградской областям № 02-06/17177 от 18.08.2022 установлено наличие/отсутствие превышения концентраций загрязняющих веществ.

Сведения о показателях, по которым установлены превышения, приведены в таблице:

Определяемый показатель	Глубина отбора пробы, см	Единицы измерения	Результаты измерений	Единицы измерения	Нормативы качества (ПДК, ОДК, Фоновое значение <sup>4)</sup> )	Превышение, раз
Медь <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	17,9	мг/кг	132 <sup>1)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	17,5	мг/кг	132 <sup>1)</sup>	не обнаружено
Цинк <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	54,3	мг/кг	220 <sup>1)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	49,0	мг/кг	220 <sup>1)</sup>	не обнаружено
Натрий	0-5	мг/кг	285	мг/кг	346 <sup>2)</sup>	-
	5-20	мг/кг	306	мг/кг	434 <sup>2)</sup>	-
Мышьяк <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	1,4	мг/кг	10,0 <sup>1)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	0,76	мг/кг	10,0 <sup>1)</sup>	не обнаружено
Никель <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	25,4	мг/кг	80,0 <sup>1)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	25,2	мг/кг	80,0 <sup>1)</sup>	не обнаружено
Кадмий <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	0,20	мг/кг	2,0 <sup>1)</sup>	-
	5-20	мг/кг	0,16	мг/кг	2,0 <sup>1)</sup>	-
Свинец <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	8,7	мг/кг	130 <sup>1)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	8,0	мг/кг	130 <sup>1)</sup>	не обнаружено
Кальций	0-5	мг/кг	2950	мг/кг	3059 <sup>2)</sup>	-
	5-20	мг/кг	2675	мг/кг	2896 <sup>2)</sup>	-
Калий	0-5	мг/кг	5025	мг/кг	3300 <sup>2)</sup>	увеличен в 1,5 раза
	5-20	мг/кг	4030	мг/кг	4350 <sup>2)</sup>	-
Ртуть <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	0,0016	мг/кг	2,1 <sup>1)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	0,0016	мг/кг	2,1 <sup>1)</sup>	не обнаружено
Массовая концентрация водорастворимых форм: нитрат-иона <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	12,8	мг/кг	14,8 <sup>2)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	6,3	мг/кг	9,3 <sup>2)</sup>	не обнаружено
Органическое вещество	0-5	%	1,96	%	1,14 <sup>2)</sup>	увеличен в 1,7 раза
	5-20	%	1,82	%	1,06 <sup>2)</sup>	увеличен в 1,7 раза
Водородный показатель (водной вытяжки)	0-5	ед. рН	7,49	ед. рН	7,97 <sup>2)</sup>	-
	5-20	ед. рН	7,53	ед. рН	7,95 <sup>2)</sup>	-
Водородный показатель (солевой вытяжки)	0-5	ед. рН	7,01	ед. рН	7,47 <sup>2)</sup>	-
	5-20	ед. рН	7,05	ед. рН	7,44 <sup>2)</sup>	-
Фосфор валовый	0-5	%	< 0,0125*	%	< 0,0125* <sup>2)</sup>	-
	5-20	%	< 0,0125*	%	< 0,0125* <sup>2)</sup>	-
Азот нитритный	0-5	мг/кг	> 0,56*	мг/кг	0,47 <sup>2)</sup>	-
	5-20	мг/кг	> 0,56*	мг/кг	0,45 <sup>2)</sup>	-
Сера (валовое содержание)	0-5	млн <sup>-1</sup>	2700	мг/кг	160,0 <sup>1)</sup>	увеличен в 16,9 раза
	5-20	млн <sup>-1</sup>	1693	мг/кг	160,0 <sup>1)</sup>	увеличен в 10,6 раза
Нефтепродукты <sup>3)</sup>	0-5	мг/кг	57,6	мг/кг	55,1 <sup>2)</sup>	не обнаружено
	5-20	мг/кг	53,4	мг/кг	59,7 <sup>2)</sup>	не обнаружено

1) СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (Раздел IV. Почва населенных мест и сельскохозяйственных угодий. Таблица 4.1);

2) Протокол измерений проб почвы № 227п/22 от 08.09.2022;

3) Данный показатель включен в Перечень загрязняющих веществ в отношении которых применяются меры государственного регулирования в ООС, утвержденный распоряжением Правительства РФ от 08 июля 2015 года № 1316-Р.

4) При отсутствии установленного норматива качества окружающей среды для почв (для конкретного загрязняющего вещества), в качестве значения норматива качества окружающей среды для почв применяется значение концентрации этого загрязняющего вещества на сопредельной территории аналогичного целевого назначения и вида использования, не испытывающей негативного воздействия от данного вида нарушения (Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды (с изменениями на 18 ноября 2021 года). Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 8 июля 2010 года N 238, зарегистрирована в Министерстве юстиции Российской Федерации 7 сентября 2010 года, регистрационный N 18364).

\*В связи с тем, что полученные массовые концентрации фосфора валового ниже диапазона определения, азота нитритного выше диапазона определения установленных в области аккредитации испытательной лаборатории, провести сравнительный анализ не представляется возможным.

Начальник сектора обеспечения государственного экологического контроля

О.В. Марченко

Запрещается частичная перепечатка или копирование заключения без письменного разрешения директора филиала ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО» - ЦЛАТИ по Волгоградской области

страница 1 из 1

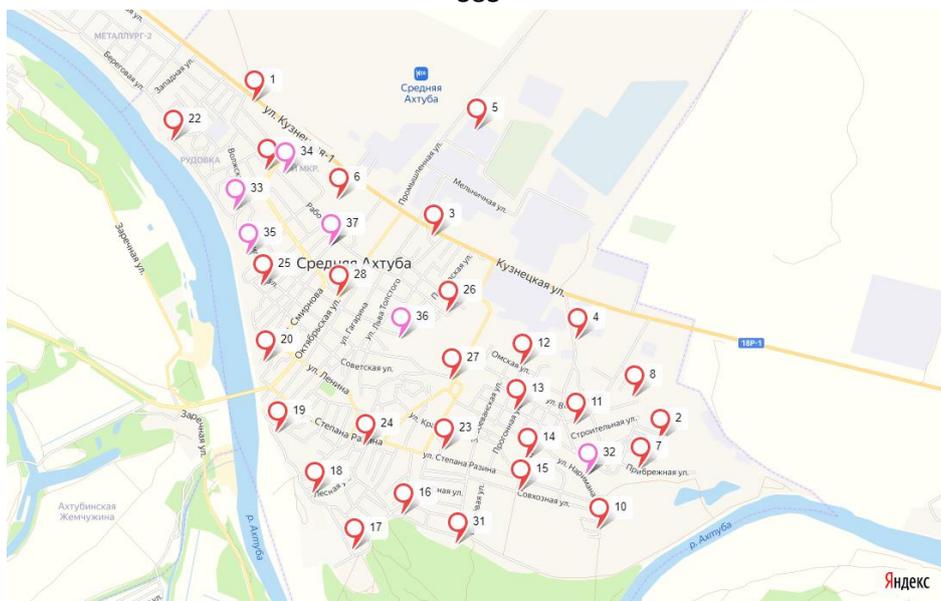


Рисунок Х.12 – Карта точек измерений напряженности электрического поля (Е, В/м) в рп Средняя Ахтуба

Таблица Х.6 Напряженность естественного электрического поля (Е, В/м) в точках исследования селитебной зоны рп Средняя Ахтуба

№ точки исследования	Месторасположение территории исследования	Напряженность электрического поля (Е, В/м)	Точки координат
1	Ул. Кузнецкая, 24	$4,00 \pm 1,39$	Широта:48,7178832 Долгота:44,8636967
2	Ул. Луговая,12	$0,324 \pm 0,112$	Широта:48,7022706 Долгота:44,8889916
3	Ул. Кузнецкая,18	$2,39 \pm 0,83$	Широта:48,7160727 Долгота:44,867868
4	Ул.Кузнецкая,40а	$1,05 \pm 0,36$	Широта:48,7218929 Долгота:44,8561636
5	Ул. Промышленная,12	$1,27 \pm 0,44$	Широта:48,7232171 Долгота:44,8710931
6	1-ый Микрорайон 76 (детский сад Ладушки)	$2,06 \pm 0,71$	Широта:48,7193076 Долгота:44,8573885
7	Ул. Прибрежная, 11	$0,397 \pm 0,137$	Широта:48,7002682 Долгота:44,8901635
8	Ул. Крестьянская, 39	$0,878 \pm 0,304$	Широта:48,7051298 Долгота:44,8979342
9	Ул. Наримана, 41	$0,374 \pm 0,130$	Широта:48,7001638 Долгота:44,8827277
10	Ул. Новороссийская, 11	$1,21 \pm 0,42$	Широта:48,696329 Долгота:44,883649
11	Ул. Крестьянская 2а	$1,50 \pm 0,52$	Широта:48,7035036 Долгота:44,8813899

Окончание таблицы X.6			
12	Ул. Омская, 13	0,661± 0,229	Широта:48,7074018 Долгота:44,8767236
13	Ул. Володарского, 35	0,878± 0,304	Широта:48,7043586 Долгота:44,875976
14	Ул. Лылова,23	0,936 ±0,324	-
15	Ул. Совхозная, 45	0,700± 0,242	Широта:48,699021 Долгота:44,8765788
16	Ул. Первомайская, 39	0,606± 0,210	Широта:48,6974985 Долгота:44,8648037
17	Ул. Сосновая, 7	0,946± 0,328	-
18	Ул. Песчаная, 2	0,712± 0,247	Широта:48,6988998 Долгота:44,85592887
19	Ул. Набережная, 26	0,687± 0,238	Широта:48,7034499 Долгота:44,852202
20	Ул. Ростовская, 10	1,50±0,52	Широта:48,7084856 Долгота:44,8514141
21	Ул. Пугачевская, 2	0,816± 0,283	Широта:48,7147523 Долгота:44,8494167
22	Ул. Рудовская, 60	0,350± 0,121	Широта:48,7203509 Долгота:44,8445798
23	Ул. Пролетарская, 2	0,973± 0,337	Широта:48,7013779 Долгота:44,8687456
24	Ул. Байкальская, 11	1,12±0,39	Широта:48,7021981 Долгота:44,8611903
25	Ул. Советская, 56	0,668±0,772	Широта:48,707115 Долгота:44,8629546
26	Ул. Сибирская, 47	0,324± 0,112	Широта:48,710883 Долгота:44,8692504
27	Ул. Володарского,14	1,59±0,55	Широта:48,7043513 Долгота:44,8750638
28	Ул. Октябрьская, 73	0,529± 0,183	Широта:48,7119447 Долгота:44,8583628
29	Ул. Пермская, 57	1,40±0,49	Широта:48,715468 Долгота:44,8575199
30	Ул. Профсоюзная, 25	0,964±0,334	Широта:48,720521 Долгота:44,8513463
31	Ул. Первомайская, 4К	0,661+ 0,229	Широта:48,6959731 Долгота:44,870387
32	Ул. Наримана, 41	0,374+0,130	Широта:48,7001638 Долгота:44,8827277
33	Ул. Профсоюзная, 1	2,58+ 0, 9	Широта:48,7200883 Долгота:44,8542647
34	Микрорайон -1 53А	2,22+0, 77	Широта:48,7176505 Долгота:44,860893
35	Ул. Пугачевская 2	0	Широта:48,71477523 Долгота:44,8494167
36	Ул. Рязанская, 52	1,67+0.58	Широта:48,7100502 Долгота:44,8619652
37	Ул. Пермская ,57	3. 05+1. 05	Широта:48,715468 Долгота:44,8575199

Таблица X.7 Описательные статистики напряженности электрического поля в рп Средняя Ахтуба

Среднее	1,156742857
Стандартная ошибка	0,146418092
Медиана	0,878
Мода	0,324
Стандартное отклонение	0,866221115
Дисперсия выборки	0,75033902
Экссесс	2,421901253
Асимметричность	1,487717289
Интервал	4
Минимум	0
Максимум	4
Сумма	40,486
Счет	35
p = 95,0 %	0,297557362



plaurum

Акционерное общество «Екатеринбургский завод по  
обработке цветных металлов»

(АО «ЕЗ ОЦМ»)

Центральная аналитическая лаборатория (ЦАЛ)

Адрес: Россия, 624097, Свердловская обл., г. Верхняя Пышма, проспект  
Успешный, 131  
Тел.: +7 (343) 311-46-59, 311-45-90, E-mail: lab@ezocm.ru

## ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 1779/2021

от 27 декабря 2021 г.

Наименование и адрес Заказчика: ФЛ Глиянова И.Ю. 400119 г. Волгоград, ул. Кожанова д.11

Проботбор: выполнен Заказчиком.

Дата получения проб: 15.12.2021

Дата начала проведения испытаний: 21.12.2021

Дата окончания проведения испытаний: 25.12.2021

Цель выполнения испытаний (заказ): по договору ТД 10502 № 102/2021 от 29 ноября 2021 г., заявка №1 от 03.12.2021

Метод испытаний и нормативная документация: золото, палладий, платина - метод пробирно-атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой; МА ИАЦ-69-2010 "Методика измерений массовых долей золота, платины, палладия и родия в пробах платиносодержащих руд и продуктов их переработки пробирно-атомно-эмиссионным методом с индуктивно связанной плазмой"

Результаты испытаний:

Наименование образца, идентификация пробы Заказчиком	№ пробы ЦАЛ	Наименование компонента	Измеряемая величина, ед. изм.	Результат	Границы погрешности ( $\pm\Delta$ ) при $P=0,95$	Примечание
Объект № 1. Минеральное сырье Проба № В01	21-2069	Золото	Массовая доля, млн <sup>-1</sup>	0,008	0,004	-
		Палладий	Массовая доля, млн <sup>-1</sup>	0,113	0,023	-
		Платина	Массовая доля, млн <sup>-1</sup>	0,033	0,009	-

Дополнительные сведения и толкования: Материал пробы, поступивший на анализ, не соответствовал по гранулометрическому составу требованиям методики измерений. Была проведена предварительная пробоподготовка в виде измельчения до крупности "минус" 0,074 мм. Контроль точности результатов испытаний выполнен с применением СОП 0346-2019 (РК03).

Начальник ЦАЛ

подпись

Лисиенко М.Д.

фамилия, инициалы

Ответственный исполнитель:  
Начальник лаборатории ЦАЛ

подпись

Курбатова Е.В.

фамилия, инициалы

М.П.

Результаты испытаний распространяются только на представленные пробы.

Любые исправления или дополнения после выпуска Протокола оформляются только отдельным документом.

Протокол испытаний не может быть частично воспроизведен без письменного разрешения начальника ЦАЛ АО «ЕЗ ОЦМ».

Конец протокола

Рисунок Х.13 – Протокол испытаний

## ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА

№ 10du01-01

28 декабря 2018 года

на 1 листе

Объект анализа	Объекты растительного происхождения
Образец	Растения в б/м конверте массой около 3г.
Маркировка Заказчика	" № 1 "
Пробоотбор	осуществлялся Заказчиком
Методы анализа	масс-спектральный с индуктивно-связанной плазмой (МС) + атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой (АЭ) по методике НСАМ № 512-МС
Аппаратура	масс-спектрометр с индуктивно-связанной плазмой Elan-6100 ("Perkin Elmer", США); атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой спектрометр Optima-4300 DV ("Perkin-Elmer", США)

## Результаты испытаний

№	Элемент	Символ	Содержание, мкг / г	Метод анализа	№	Элемент	Символ	Содержание, мкг / г	Метод анализа
1.	Литий	Li	5,08	МС, АЭ	36.	Серебро	Ag	0,051	МС
2.	Вериллий	Be	0,092	МС	37.	Кадмий	Cd	0,065	МС
3.	Вор	B	20,6	МС, АЭ	38.	Олово	Sn	11,6	МС
4.	Натрий	Na	1501,6	АЭ	39.	Сурьма	Sb	0,053	МС
5.	Магний	Mg	7002,3	АЭ	40.	Теллур	Te	<0,002	МС
6.	Алюминий	Al	3943,4	МС, АЭ	41.	Цезий	Cs	0,43	МС
7.	Кремний	Si	521,7	АЭ	42.	Барий	Ba	89,1	МС, АЭ
8.	Фосфор	P	1539,3	МС, АЭ	43.	Лантан	La	3,94	МС
9.	Сера	S	2664,5	АЭ	44.	Церий	Ce	8,78	МС
10.	Калий	K	4462,8	АЭ	45.	Празеодим	Pr	1,03	МС
11.	Кальций	Ca	30049,0	АЭ	46.	Неодим	Nd	4,03	МС
12.	Скандий	Sc	<0,02	МС	47.	Самарий	Sm	0,88	МС
13.	Титан	Ti	329,8	МС, АЭ	48.	Европий	Eu	0,16	МС
14.	Ванадий	V	15,7	МС, АЭ	49.	Гадолиний	Gd	0,97	МС
15.	Хром	Cr	18,2	МС, АЭ	50.	Тербий	Tb	0,12	МС
16.	Марганец	Mn	262,8	МС, АЭ	51.	Диспрозий	Dy	0,52	МС
17.	Железо	Fe	4150,8	АЭ	52.	Гольмий	Ho	0,099	МС
18.	Кобальт	Co	1,98	МС, АЭ	53.	Эрбий	Er	0,27	МС
19.	Никель	Ni	7,94	МС, АЭ	54.	Тулий	Tm	0,040	МС
20.	Медь	Cu	4,24	МС, АЭ	55.	Иттербий	Yb	0,25	МС
21.	Цинк	Zn	14,7	МС, АЭ	56.	Лютеций	Lu	0,035	МС
22.	Галлий	Ga	1,35	МС	57.	Гафний	Hf	0,16	МС
23.	Германий	Ge	0,12	МС	58.	Тантал	Ta	0,017	МС
24.	Мышьяк	As	0,62	МС	59.	Вольфрам	W	0,065	МС
25.	Бром	Br	8,18	МС	60.	Рений	Re	<0,001	МС
26.	Селен	Se	<0,05	МС	61.	Осмий	Os	<0,001	МС
27.	Рубидий	Rb	9,25	МС	62.	Иридий	Ir	<0,001	МС
28.	Стронций	Sr	354,7	МС, АЭ	63.	Платина	Pt	0,010	МС
29.	Иттрий	Y	2,94	МС	64.	Золото	Au	0,0077	МС
30.	Цирконий	Zr	5,90	МС	65.	Таллий	Tl	0,032	МС
31.	Ниобий	Nb	0,16	МС	66.	Свинец	Pb	1,56	МС
32.	Молибден	Mo	0,58	МС	67.	Висмут	Bi	0,020	МС
33.	Рутений	Ru	<0,001	МС	68.	Торий	Th	0,83	МС
34.	Родий	Rh	<0,001	МС	69.	Уран	U	0,62	МС
35.	Палладий	Pd	<0,001	МС					

Примечание: Результаты приведены на воздушно-сухую пробу и относятся только к образцу, прошедшему испытания.

/ Ведущий методист заказа  
Копия протокола недействительна.

Трандина О.Б.

Рисунок Х.14 – Протокол испытаний химического состава растений

## АНАЛИТИЧЕСКИЙ СЕРТИФИКАЦИОННЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

АСИЦ АСТС

ANALYTICAL CERTIFICATE TESTING CENTER

119017, Москва, п/я 115 Тел./Факс: (495) 950-30-10, (495) 950-30-20 / (495) 950-34-34  
E-mail: actc-lab@yandex.ru

## ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА

№ 10du01-02

28 декабря 2018 года

на Листе

Объект анализа	Объекты растительного происхождения
Образец	Растения в б/м конверте массой около 2г.
Маркировка Заказчика	" № 2 "
Пробootбор	осуществлялся Заказчиком
Методы анализа	масс-спектральный с индуктивно-связанной плазмой (МС) + атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой (АЭ) по методике НСАМ № 512-МС
Аппаратура	масс-спектрометр с индуктивно-связанной плазмой Elan-6100 ("Perkin Elmer", США); атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой спектрометр Optima-4300 DV ("Perkin-Elmer", США)

## Результаты испытаний

№	Элемент	Символ	Содержание, мкг/г	Метод анализа	№	Элемент	Символ	Содержание, мкг/г	Метод анализа
1.	Литий	Li	3,50	МС, АЭ	36.	Серебро	Ag	0,024	МС
2.	Бериллий	Be	0,066	МС	37.	Кадмий	Cd	0,029	МС
3.	Бор	B	12,4	МС, АЭ	38.	Олово	Sn	12,9	МС
4.	Натрий	Na	15089,5	АЭ	39.	Сурьма	Sb	0,034	МС
5.	Магний	Mg	2059,4	АЭ	40.	Теллур	Te	<0,002	МС
6.	Алюминий	Al	2938,5	МС, АЭ	41.	Цезий	Cs	0,38	МС
7.	Кремний	Si	598,6	АЭ	42.	Барий	Ba	62,4	МС, АЭ
8.	Фосфор	P	1370,1	МС, АЭ	43.	Лантан	La	1,90	МС
9.	Сера	S	2993,8	АЭ	44.	Церий	Ce	4,33	МС
10.	Кальций	Ca	12351,3	АЭ	45.	Празеодим	Pr	0,49	МС
11.	Кальций	Ca	5176,4	АЭ	46.	Неодим	Nd	1,87	МС
12.	Скандий	Sc	<0,02	МС	47.	Самарий	Sm	0,40	МС
13.	Титан	Ti	171,9	МС, АЭ	48.	Европий	Eu	0,091	МС
14.	Ванадий	V	9,78	МС, АЭ	49.	Гадолиний	Gd	0,46	МС
15.	Хром	Cr	7,82	МС, АЭ	50.	Тербий	Tb	0,061	МС
16.	Марганец	Mn	293,7	МС, АЭ	51.	Диспрозий	Dy	0,29	МС
17.	Железо	Fe	3108,4	АЭ	52.	Гольмий	Ho	0,057	МС
18.	Кобальт	Co	1,43	МС, АЭ	53.	Эрбий	Er	0,16	МС
19.	Никель	Ni	3,70	МС, АЭ	54.	Тулий	Tm	0,023	МС
20.	Медь	Cu	4,18	МС, АЭ	55.	Иттербий	Yb	0,15	МС
21.	Цинк	Zn	10,6	МС, АЭ	56.	Лютеций	Lu	0,022	МС
22.	Галлий	Ga	0,87	МС	57.	Гафний	Hf	0,12	МС
23.	Германий	Ge	0,088	МС	58.	Тантал	Ta	0,0093	МС
24.	Мышьяк	As	1,08	МС	59.	Вольфрам	W	0,069	МС
25.	Бром	Br	27,0	МС	60.	Рений	Re	<0,001	МС
26.	Селен	Se	<0,05	МС	61.	Осмий	Os	<0,001	МС
27.	Рубидий	Rb	5,99	МС	62.	Иридий	Ir	<0,001	МС
28.	Стронций	Sr	102,4	МС, АЭ	63.	Платина	Pt	0,016	МС
29.	Иттрий	Y	1,60	МС	64.	Золото	Au	0,0060	МС
30.	Цирконий	Zr	3,82	МС	65.	Таллий	Tl	0,024	МС
31.	Ниобий	Nb	0,16	МС	66.	Свинец	Pb	1,17	МС
32.	Молибден	Mo	0,26	МС	67.	Висмут	Bi	0,014	МС
33.	Рутений	Ru	<0,001	МС	68.	Торий	Th	0,46	МС
34.	Родий	Rh	<0,001	МС	69.	Уран	U	0,18	МС
35.	Палладий	Pd	<0,001	МС					

Примечание: Результаты приведены на воздушно-сухую пробу и относятся только к образцу, прошедшему испытание.

/ Ведущий методист заказа

Копия протокола действительна.



Трандина О.Б.

Рисунок Х.15 – Протокол испытаний химического состава растений

## Приложение Ц

(справочное)

### Анализ ветровой нагрузки

Таблица Ц.1 – Анализ ветровой нагрузки и скорости ветра за апрель-сентябрь 2018, 2019, 2020 гг. (источник открытого доступа: Волгоградский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды) [492]

Месяцы	Направление ветров от природных источников: З, ЮЗ, ЮВ, Ю		Направление ветров от антропогенного и природного источников: С, СЗ, СВ, В	
	Количество дней	Средняя скорость ветра, м/с	Количество дней	Средняя скорость ветра, м/с
2018 год				
апрель	15	7,9	14	5,2
май	14	5,5	17	6,9
июнь	16	5,1	14	5,6
июль	17	5,7	14	4,7
август	22	5,8	9	5,7
сентябрь	20	5,8	10	6,4
Итого:	104	5,9	78	5,8
2019 год				
апрель	11	5,9	19	6,3
май	15	4,9	16	5,9
июнь	8	5,3	22	5,7
июль	18	5,4	12	4,9
август	15	5,9	16	7,1
сентябрь	15	6,3	15	4,8
Итого:	82	5,6	100	5,8
2020 год				
апрель	23	8,2	7	8,9
май	16	6,2	15	6,8
июнь	16	6,5	14	6,8
июль	16	6,5	15	5
август	20	6,4	11	5,2
сентябрь	12	11,7	18	4,2
Итого:	103	7,6	80	6,2
Примечание – Один день в апреле 2018 г. и в июле 2019 г. была безветренная погода.				

### Приложение Ш

## Ситуационная карта местонахождения садоводческого некоммерческого товарищества «Шельф», «Орошенец», г. Волгоград. Диаграммы размахов значений аэрозольных показателей условно-чистой зоны. Протоколы испытаний проб

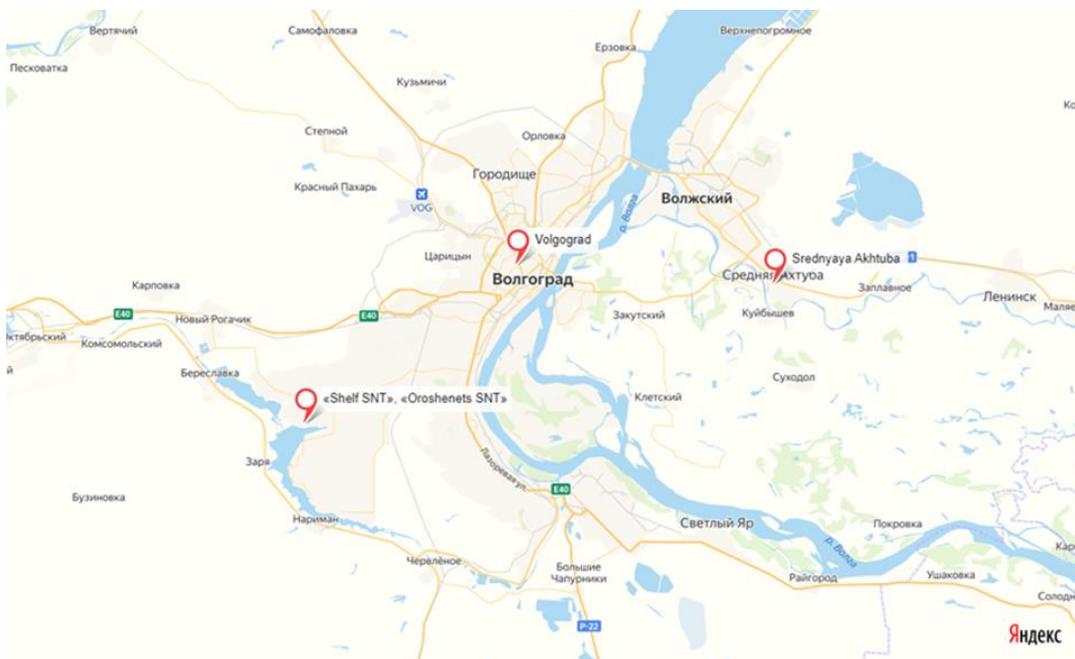


Рисунок Ш.1 – Ситуационная карта местонахождения Садоводческого некоммерческого партнерства «Шельф», «Орошенец»)), Волгоград, (условно чистая зона)

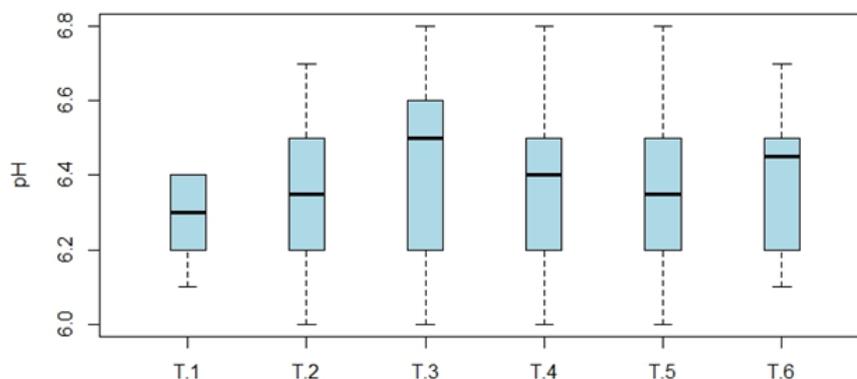


Рисунок Ш.2 – Диаграмма размаха значений показателя кислотности (pH) для каждой точки отбора проб в СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона), 2018 год [492]

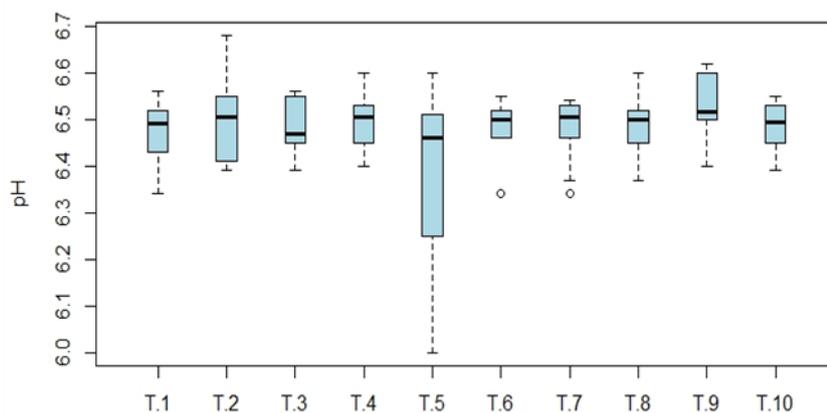


Рисунок Ш.3 – Диаграмма размаха значений показателя кислотности (рН) для каждой точки отбора проб в СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона), 2019 год [492]

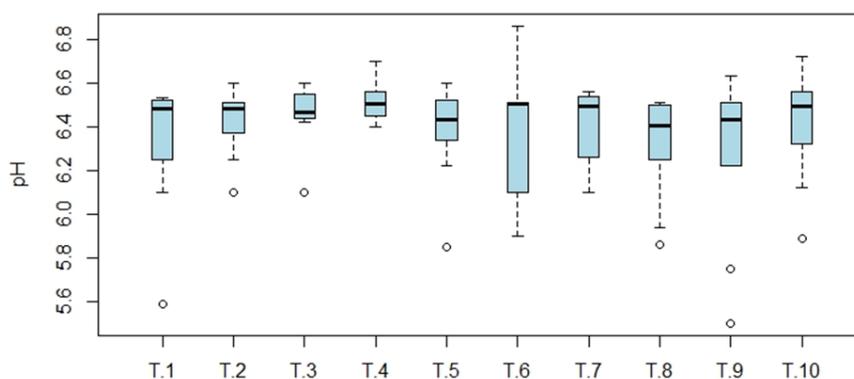


Рисунок Ш.4 – Диаграмма размаха значений показателя кислотности (рН) для каждой точки отбора проб в СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона), 2020 год [492]

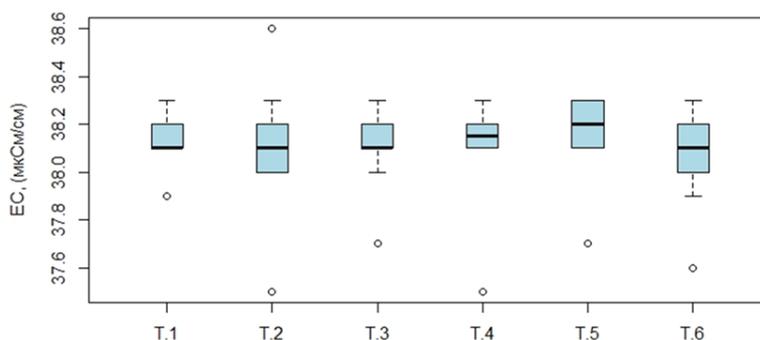


Рисунок Ш.5 – Диаграмма размаха значений показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) для каждой точки отбора проб в СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона), 2018 год [492]

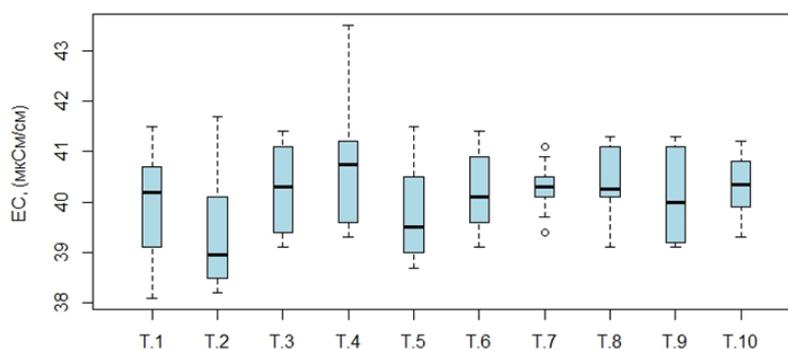


Рисунок Ш.6 – Диаграмма размаха значений показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) для каждой точки отбора проб в СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона), 2019 год [492]

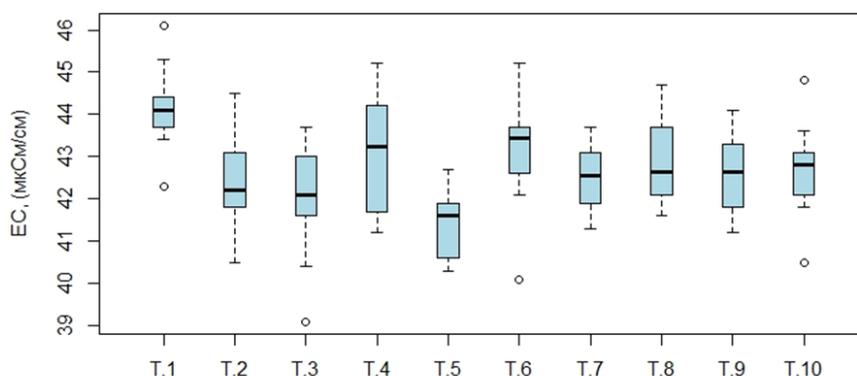


Рисунок Ш.7 – Диаграмма размаха значений показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см) для каждой точки отбора проб в СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно чистая зона), 2020 год [492]

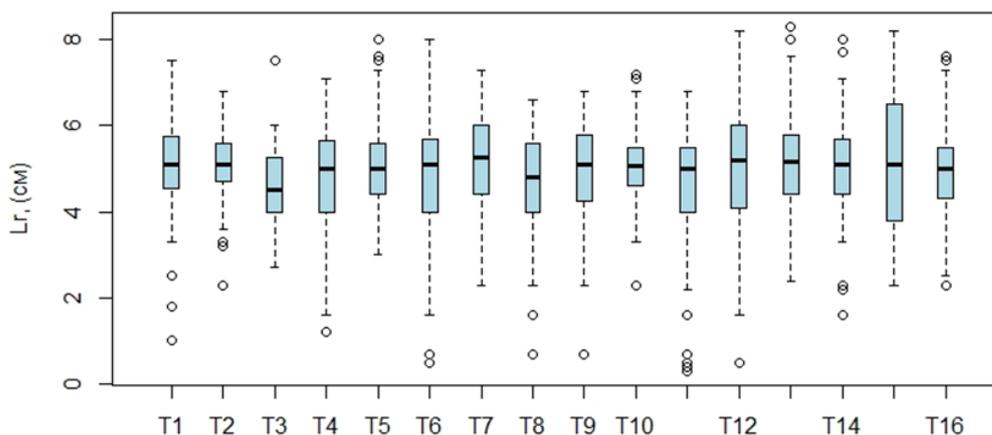


Рисунок Ш.8 – Диаграмма размаха значений показателей тест-объектов ( $L_r$ , см) для каждой точки отбора проб в СНТ «Орошенец», Шельф» Советского района Волгограда (условно чистая зона), 2018 год [492]

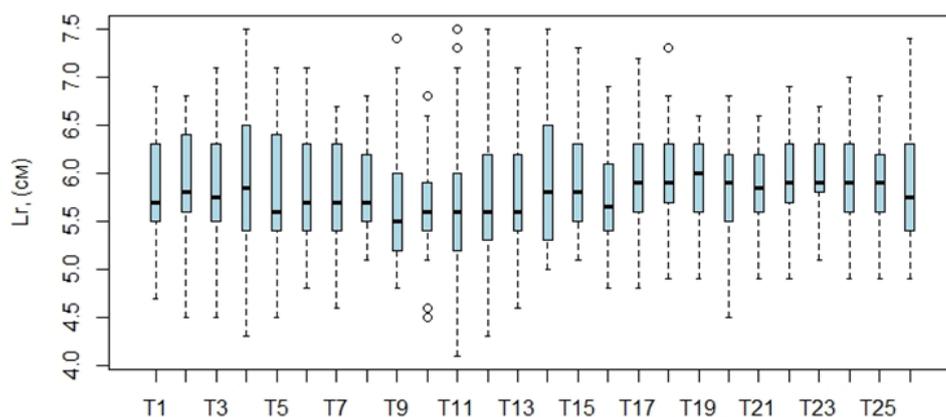


Рисунок Ш.9 – Диаграмма размаха значений показателей тест-объектов ( $L_r$ , см) для каждой точки отбора проб в СНТ «Орошенец», Шельф» Советского района Волгограда (условно чистая зона), 2019 год [492]

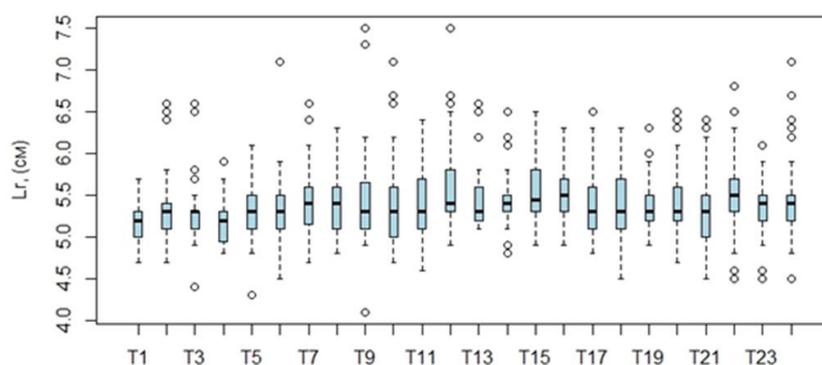


Рисунок Ш.10 – Диаграмма размаха значений показателей тест-объектов ( $L_r$ , см) для каждой точки отбора проб в СНТ «Орошенец», Шельф» Советского района Волгограда (условно чистая зона), 2020 год [492]

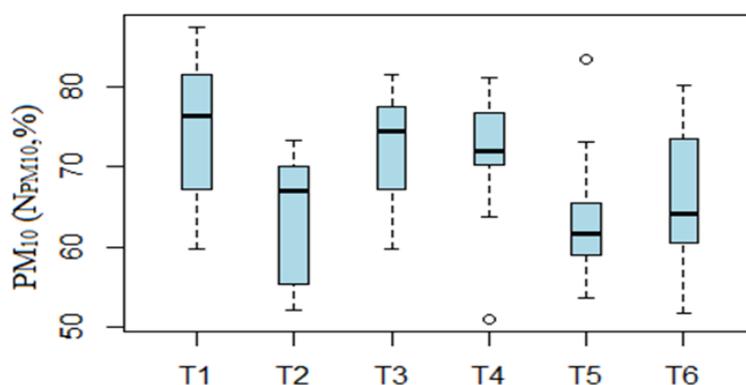


Рисунок Ш.11 – Диаграмма размахов значений показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM_{10}}$ , %), для каждой точки отбора проб из условно чистой зоны, 2018 год [492]

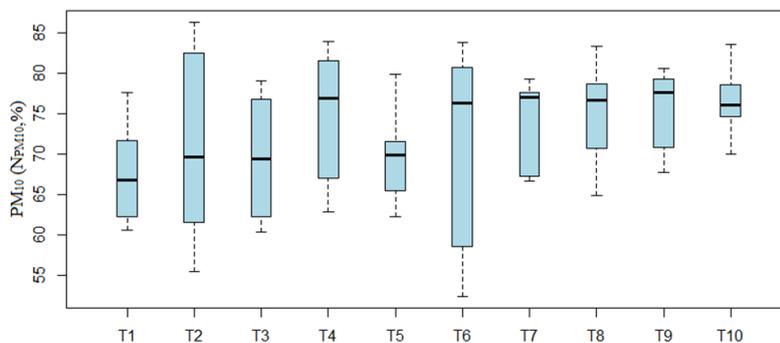


Рисунок Ш.12 – Диаграмма размахов значений показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$ , %) для каждой точки отбора проб из условно чистой зоны, 2019 год [492]

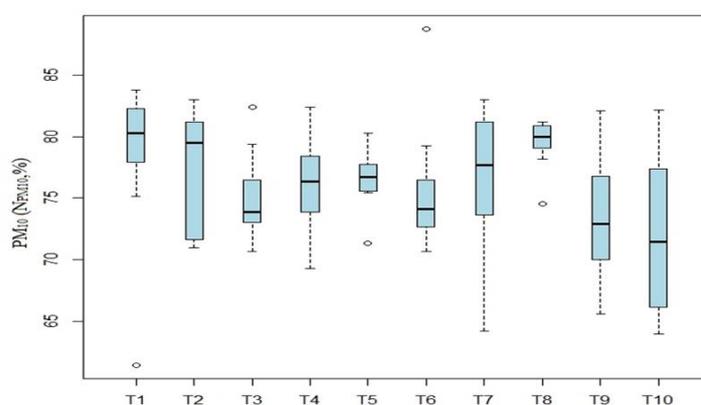


Рисунок Ш.13 – Диаграмма размахов значений показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$ , %) для каждой точки отбора проб из условно чистой зоны, 2020 год [492]

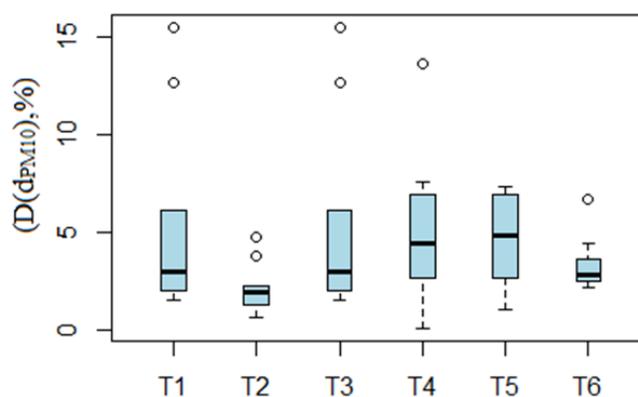


Рисунок Ш.14 – Диаграмма размахов значений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %) для каждой точки отбора проб из условно чистой зоны, 2018 год [492]

АНАЛИТИЧЕСКИЙ СЕРТИФИКАЦИОННЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР (АСИЦ)  
ANALITICAL CERTIFICATE TESTING CENTER (ACTC)

Адрес: Москва, Большая Ордынка, д. 44, стр. 2, оф. 9. Почтовый адрес: 119017, Москва, п/я 115. Адрес приема проб: Москва, Старомонетный переулок, д. 31.  
Телефон: +7 (495) 950-30-10; +7 (495) 950-30-20. Факс: +7 (495) 950-34-34. E-mail: actc-lab@yandex.ru

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА**

№ **16mv02-07**

17 июня 2019 года

на Листе

<b>Объект анализа</b>	Объекты растительного происхождения
<b>Образец</b>	Растения в п/з пакете общей массой около 10г.
<b>Маркировка Заказчика</b>	“ 07 ”
<b>Пробоводбор</b>	осуществлялся Заказчиком
<b>Методы анализа</b>	масс-спектральный с индуктивно-связанной плазмой (МС) + атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой (АЭ)
<b>Аппаратура</b>	масс-спектрометр с индуктивно-связанной плазмой Elan-6100 (“Perkin Elmer”, США); атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой спектрометр Optima-4300 DV (“Perkin-Elmer”, США)

**Результаты испытаний**

№	Элемент	Символ	Содержание, мкг / г	Метод анализа	№	Элемент	Символ	Содержание, мкг / г	Метод анализа
1.	Литий	Li	0,70	МС, АЭ	36.	Серебро	Ag	<0,01	МС
2.	Бериллий	Be	0,032	МС	37.	Кадмий	Cd	0,035	МС
3.	Бор	B	23,9	МС, АЭ	38.	Олово	Sn	13,5	МС
4.	Натрий	Na	65,3	АЭ	39.	Сурьма	Sb	0,028	МС
5.	Магний	Mg	735,6	АЭ	40.	Теллур	Te	<0,05	МС
6.	Алюминий	Al	736,1	МС, АЭ	41.	Цезий	Cs	0,11	МС
7.	Кремний	Si	668,7	АЭ	42.	Барий	Ba	8,80	МС, АЭ
8.	Фосфор	P	1177,3	МС, АЭ	43.	Лантан	La	1,21	МС
9.	Сера	S	780,2	АЭ	44.	Церий	Ce	2,37	МС
10.	Калий	K	8130,8	АЭ	45.	Празеодим	Pr	0,34	МС
11.	Кальций	Ca	2302,9	АЭ	46.	Неодим	Nd	1,24	МС
12.	Скандий	Sc	0,35	МС	47.	Самарий	Sm	0,23	МС
13.	Титан	Ti	48,1	МС, АЭ	48.	Европий	Eu	0,046	МС
14.	Ванадий	V	3,55	МС, АЭ	49.	Гадолиний	Gd	0,24	МС
15.	Хром	Cr	3,41	МС, АЭ	50.	Тербий	Tb	0,034	МС
16.	Марганец	Mn	28,5	МС, АЭ	51.	Диспрозий	Dy	0,17	МС
17.	Железо	Fe	940,2	АЭ	52.	Гольмий	Ho	0,031	МС
18.	Кобальт	Co	0,35	МС, АЭ	53.	Эрбий	Er	0,087	МС
19.	Никель	Ni	1,59	МС, АЭ	54.	Тулий	Tm	0,012	МС
20.	Медь	Cu	4,75	МС, АЭ	55.	Иттербий	Yb	0,070	МС
21.	Цинк	Zn	24,3	МС, АЭ	56.	Лютеций	Lu	0,010	МС
22.	Галлий	Ga	0,33	МС	57.	Гафний	Hf	0,021	МС
23.	Германий	Ge	0,042	МС	58.	Тантал	Ta	0,0019	МС
24.	Мышьяк	As	0,15	МС	59.	Вольфрам	W	0,036	МС
25.	Бром	Br	4,20	МС	60.	Рений	Re	<0,005	МС
26.	Селен	Se	0,050	МС	61.	Осмий	Os	<0,001	МС
27.	Рубидий	Rb	3,26	МС	62.	Иридий	Ir	<0,001	МС
28.	Стронций	Sr	34,3	МС, АЭ	63.	Платина	Pt	<0,005	МС
29.	Иттрий	Y	0,77	МС	64.	Золото	Au	<0,003	МС
30.	Цирконий	Zr	1,45	МС	65.	Ртуть	Hg	0,011	МС
31.	Ниобий	Nb	0,12	МС	66.	Таллий	Tl	0,0074	МС
32.	Молибден	Mo	0,54	МС	67.	Свинец	Pb	1,81	МС
33.	Рутений	Ru	<0,001	МС	68.	Висмут	Bi	0,015	МС
34.	Родий	Rh	<0,001	МС	69.	Торий	Th	0,25	МС
35.	Палладий	Pd	<0,001	МС	70.	Уран	U	0,19	МС

Примечание: Результаты приведены на воздушно-сухую пробу и относятся только к образцу, прошедшему испытанию.

Ведущий методист заказа

Копия протокола недействительна.



Степачонок К.З.

Рисунок Ш.15 – Протокол испытаний химического состава растений

АНАЛИТИЧЕСКИЙ СЕРТИФИКАЦИОННЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР (АСИЦ)  
ANALYTICAL CERTIFICATE TESTING CENTER (ACTC)

Адрес: Москва, Большая Ордынка, д. 44, стр. 2, оф. 9. Почтовый адрес: 119017, Москва, п/я 115. Адрес приема проб: Москва, Старомонетный переулок, д. 31.  
Телефон: +7 (495) 950-30-10; +7 (495) 950-30-20. Факс: +7 (495) 950-34-34. E-mail: actc-lab@yandex.ru

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА**

№ **16mv02-02**

31 мая 2019 года

на 1 листе

Образец	Порошок серого цвета общей массой 60г.
Маркировка Заказчика	“ № 02 “
Пробоотбор	осуществлялся Заказчиком
Методы анализа	масс-спектральный с индуктивно-связанной плазмой (МС) + атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой (АЭ)
Аппаратура	масс-спектрометр с индуктивно-связанной плазмой iCAP Qc (“Thermo Scientific”, США); атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой спектрометр Optima-4300 DV (“Perkin-Elmer”, США)

**Результаты испытания (примесный состав)**

№	Элемент	Символ	Содержание, Мкг / г	Метод анализа
1	Литий	Li	13,7	АЭ, МС
2	Бериллий	Be	1,36	МС
3	Скандий	Sc	5,54	МС
4	Ванадий	V	95,5	АЭ
5	Хром	Cr	60,4	АЭ, МС
6	Кобальт	Co	7,49	АЭ, МС
7	Никель	Ni	15,2	АЭ, МС
8	Медь	Cu	44,4	АЭ, МС
9	Цинк	Zn	52,4	АЭ, МС
10	Галлий	Ga	7,47	МС
11	Мышьяк	As	3,49	МС
12	Селен	Se	0,38	МС
13	Рубидий	Rb	56,3	МС
14	Стронций	Sr	240,1	АЭ, МС
15	Иттрий	Y	17,8	МС
16	Цирконий	Zr	128,2	МС
17	Ниобий	Nb	6,21	МС
18	Молибден	Mo	3,88	МС
19	Родий	Rh	<0,01	МС
20	Палладий	Pd	1,02	МС
21	Серебро	Ag	0,91	МС
22	Кадмий	Cd	1,59	МС
23	Олово	Sn	3,42	МС
24	Сурьма	Sb	0,67	МС
25	Теллур	Te	0,15	МС
26	Цезий	Cs	2,86	МС
27	Барий	Ba	263,2	АЭ, МС
28	Лантан	La	26,2	МС
29	Церий	Ce	56,5	МС
30	Празеодим	Pr	6,75	МС
31	Неодим	Nd	25,8	МС
32	Самарий	Sm	4,77	МС
33	Европий	Eu	0,99	МС
34	Гадолиний	Gd	4,24	МС
35	Тербий	Tb	0,63	МС
36	Диспрозий	Dy	3,54	МС
37	Гольмий	Ho	0,66	МС
38	Эрбий	Er	1,86	МС
39	Тулий	Tm	0,27	МС
40	Иттербий	Yb	1,66	МС
41	Лютеций	Lu	0,23	МС
42	Гафний	Hf	2,03	МС
43	Тантал	Ta	0,35	МС
44	Вольфрам	W	0,42	МС
45	Рений	Re	<0,002	МС
46	Иридий	Ir	<0,006	МС
47	Платина	Pt	0,94	МС
48	Золото	Au	<0,1	МС
49	Таллий	Tl	0,18	МС
50	Свинец	Pb	28,2	МС
51	Висмут	Bi	6,54	МС
52	Торий	Th	4,84	МС
53	Уран	U	1,98	МС

**Примечание:**

1. Результаты анализа приведены на воздушно-сухую пробу.
2. Содержание благородных металлов должны быть уточнены по представительным навескам (например, для золота по навеске  $\geq 60$  г по методике ИСАМ № 131-с).

**Приближенно-количественная характеристика основы (справочно)**

№	Элемент	Символ	Сод-ние, % масс.	Метод анализа
54	Оксид натрия	Na <sub>2</sub> O	0,22	АЭ
55	Оксид магния	MgO	0,98	АЭ
56	Оксид алюминия	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,20	АЭ
57	Оксид калия	K <sub>2</sub> O	1,81	АЭ
58	Оксид кальция	CaO	0,73	АЭ
59	Оксид титана	TiO <sub>2</sub>	0,42	АЭ
60	Оксид марганца	MnO	0,017	АЭ
61	Оксид железа	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,30	АЭ

**Примечание:**

1. Содержания Na, Mg, Al, K, Ca, Ti, Mn, Fe приведены в пересчете на оксиды.
2. Результаты относятся только к образцу, прошедшему испытание.

Руководитель группы  
методического сопровождения

Копия протокола недействительна.



Стельмачонок К.З.

Рисунок Ш.16 – Протокол химического состава донных отложений

## Приложение Щ

(справочное)

### Объединенные ряды и ранжирование вариант объединенных рядов

Таблица Щ.1 Ранжирование вариант объединенного ряда, содержащего результаты измерений показателя кислотности (рН) аэрозольных суспензий на двух территориях (селитебной и условно чистой зон) и расчет статистики по Т-критерию Вилкоксона, 2018 год

ранги	1	2	3	4,5	4,5	7	7	7	9,5	9,5	13	13	
элементы выборок	3,9	4	4,1	4,2	4,2	4,3	4,3	4,3	4,4	4,4	4,5	4,5	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>9,5</b>	<b>9,5</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>81</b>
ранги	13	13	13	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	25	
элементы выборок	4,5	4,5	4,5	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,7	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>19,5</b>	<b>25</b>	<b>220</b>							
ранги	25	25	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	33,5	33,5	35,5	35,5	



ранги	73,5	73,5	73,5	73,5	73,5	82,5	82,5	82,5	82,5	82,5	82,5	82,5	
элементы выборки	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>82,5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>82,5</b>
ранги	82,5	82,5	82,5	93,5	93,5	93,5	93,5	93,5	93,5	93,5	93,5	93,5	
элементы выборки	6,3	6,3	6,3	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
ранги	93,5	93,5	93,5	105	105	105	105	105	105	105	105	105	
элементы выборки	6,4	6,4	6,4	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
ранги	105	105	111,5	111,5	115	115	115	115	115	119	119	119	
элементы выборки	6,5	6,5	6,6	6,6	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,8	6,8	6,8	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Сумма рангов элементов первой выборки для всего объединенного ряда</b>													<b>1852,5</b>

Таблица Щ.2 Объединенный массив наблюдаемых значений показателя кислотности (рН), отсортированный по возрастанию (2019 год)

Варианты объединенного ряда, отсортированного в порядке возрастания											
5,1	5,11	5,12	5,12	5,12	5,13	5,13	5,13	5,13	5,15	5,15	5,16
5,16	5,17	5,17	5,17	5,18	5,2	5,2	5,21	5,22	5,22	5,23	5,23
5,23	5,24	5,24	5,24	5,24	5,24	5,25	5,26	5,26	5,26	5,27	5,28
5,28	5,29	5,29	5,29	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,31	5,31	5,31
5,31	5,31	5,32	5,33	5,33	5,34	5,35	5,36	5,37	5,37	5,37	5,38
5,39	5,39	5,4	5,4	5,43	5,45	5,45	5,48	5,5	5,51	5,54	5,6
6	6,1	6,25	6,34	6,34	6,34	6,37	6,37	6,39	6,39	6,39	6,4
6,4	6,41	6,41	6,41	6,41	6,41	6,41	6,41	6,42	6,43	6,44	6,45
6,45	6,45	6,45	6,45	6,45	6,46	6,46	6,46	6,46	6,46	6,47	6,47
6,47	6,47	6,47	6,47	6,48	6,48	6,49	6,49	6,49	6,5	6,5	6,5
6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
6,5	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51	6,52
6,52	6,52	6,52	6,52	6,52	6,52	6,52	6,52	6,52	6,52	6,52	6,53
6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	6,54	6,54	6,54	6,55
6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	6,56	6,56	6,56	6,56	6,57
6,57	6,58	6,6	6,6	6,6	6,6	6,62	6,62	6,66	6,68		

Таблица Щ.3 Ранжирование вариант объединенного ряда, содержащего результаты измерений показателя кислотности (рН) аэрозольных суспензий на двух территориях (селитебной и условно чистой зон) и расчет статистики по Т-критерию Вилкоксона, 2019 год

ранги	1	2	4	4	4	7,5	7,5	7,5	7,5	10,5	10,5	12,5	Сумма рангов элементов первой выборки
элементы выборки	5,1	5,11	5,12	5,12	5,12	5,13	5,13	5,13	5,13	5,15	5,15	5,16	
номера выборки	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>7,5</b>	<b>7,5</b>	<b>7,5</b>	<b>7,5</b>	<b>10,5</b>	<b>10,5</b>	<b>12,5</b>	<b>78,5</b>
ранги	12,5	15	15	15	17	18,5	18,5	20	21,5	21,5	24	24	Сумма рангов элементов первой выборки
элементы выборки	5,16	5,17	5,17	5,17	5,18	5,2	5,2	5,21	5,22	5,22	5,23	5,23	
номера выборки	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>12,5</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>17</b>	<b>18,5</b>	<b>18,5</b>	<b>20</b>	<b>21,5</b>	<b>21,5</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>222,5</b>
ранги	24	28	28	28	28	28	31	33	33	33	35	36,5	Сумма рангов элементов первой выборки
элементы выборки	5,23	5,24	5,24	5,24	5,24	5,24	5,25	5,26	5,26	5,26	5,27	5,28	
номера выборки	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>24</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>31</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	<b>35</b>	<b>36,5</b>	<b>365,5</b>

ранги	36,5	39	39	39	43	43	43	43	43	48	48	48	Сумма рангов элементов первой выборки
элементы выборок	5,28	5,29	5,29	5,29	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,31	5,31	5,31	
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>36,5</b>	<b>39</b>	<b>39</b>	<b>39</b>	<b>43</b>	<b>43</b>	<b>43</b>	<b>43</b>	<b>43</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>512,5</b>
ранги	48	48	51	52,5	52,5	54	55	56	58	58	58	60	Сумма рангов элементов первой выборки
элементы выборок	5,31	5,31	5,32	5,33	5,33	5,34	5,35	5,36	5,37	5,37	5,37	5,38	
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>51</b>	<b>52,5</b>	<b>52,5</b>	<b>54</b>	<b>55</b>	<b>56</b>	<b>58</b>	<b>58</b>	<b>58</b>	<b>60</b>	<b>651</b>
ранги	61,5	61,5	63,5	63,5	65	66,5	66,5	68	69	70	71	72	Сумма рангов элементов первой выборки
элементы выборок	5,39	5,39	5,4	5,4	5,43	5,45	5,45	5,48	5,5	5,51	5,54	5,6	
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>61,5</b>	<b>61,5</b>	<b>63,5</b>	<b>63,5</b>	<b>65</b>	<b>66,5</b>	<b>66,5</b>	<b>68</b>	<b>69</b>	<b>70</b>	<b>71</b>	<b>72</b>	<b>798</b>



ранги	109,5	109,5	109,5	109,5	113,5	113,5	116	119	116	125,5	125,5	125,5	Сумма рангов элементов первой выборки	
номера выборок	<b>6,47</b>	<b>6,47</b>	<b>6,47</b>	6,47	<b>6,48</b>	6,48	<b>6,49</b>	<b>6,49</b>	6,49	<b>6,5</b>	<b>6,5</b>	<b>6,5</b>		
номера выборок	2	2	2	1	2	1	2	2	1	2	2	2		
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>109,5</b>	<b>0</b>	<b>113,5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>116</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>339</b>	
ранги	125,5	125,5	125,5	125,5	125,5	125,5	125,5	125,5	125,5	125,5	125,5	125,5	Сумма рангов элементов первой выборки	
элементы выборок	<b>6,5</b>	<b>6,5</b>	<b>6,5</b>	<b>6,5</b>	<b>6,5</b>	<b>6,5</b>	<b>6,5</b>	<b>6,5</b>	<b>6,5</b>	<b>6,5</b>	<b>6,5</b>	<b>6,5</b>		
номера выборок	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
ранги	125,5	138,5	138,5	138,5	138,5	138,5	138,5	138,5	138,5	138,5	138,5	150,5	Сумма рангов элементов первой выборки	
элементы выборок	6,5	<b>6,51</b>	<b>6,51</b>	<b>6,51</b>	<b>6,51</b>	<b>6,51</b>	<b>6,51</b>	<b>6,51</b>	<b>6,51</b>	6,51	6,51	<b>6,52</b>		
номера выборок	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2		
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>125,5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>138,5</b>	<b>138,5</b>	<b>0</b>	<b>402,5</b>	
ранги	150,5	150,5	150,5	150,5	150,5	150,5	150,5	150,5	150,5	150,5	150,5	161	Сумма рангов элементов первой выборки	
элементы выборок	<b>6,52</b>	<b>6,52</b>	<b>6,52</b>	<b>6,52</b>	<b>6,52</b>	<b>6,52</b>	<b>6,52</b>	<b>6,52</b>	<b>6,52</b>	6,52	6,52	<b>6,53</b>		
номера выборок	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2		
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>150,5</b>	<b>150,5</b>	<b>150,5</b>	<b>0</b>	<b>451,5</b>

ранги	161	161	161	161	161	161	161	161	167	167	167	172,5	Сумма рангов элементов первой выборки
элементы выборок	<b>6,53</b>	<b>6,53</b>	<b>6,53</b>	<b>6,53</b>	<b>6,53</b>	<b>6,53</b>	<b>6,53</b>	6,53	<b>6,54</b>	<b>6,54</b>	<b>6,54</b>	<b>6,55</b>	
номера выборок	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>161</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>161</b>
ранги	172,5	172,5	172,5	172,5	172,5	172,5	172,5	178,5	178,5	178,5	178,5	181,5	Сумма рангов элементов первой выборки
элементы выборок	<b>6,55</b>	<b>6,55</b>	<b>6,55</b>	<b>6,55</b>	6,55	6,55	6,55	<b>6,56</b>	<b>6,56</b>	<b>6,56</b>	6,56	<b>6,57</b>	
номера выборок	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	1	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>172,5</b>	<b>172,5</b>	<b>172,5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>178,5</b>	<b>0</b>	<b>696</b>
ранги	181,5	183	185,5	185,5	185,5	185,5	188,5	188,5	189	190			Сумма рангов элементов первой выборки
элементы выборок	6,57	6,58	<b>6,6</b>	<b>6,6</b>	<b>6,6</b>	<b>6,6</b>	<b>6,62</b>	<b>6,62</b>	6,66	<b>6,68</b>			
номера выборок	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2			
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>181,5</b>	<b>183</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>189</b>	<b>0</b>			<b>553,5</b>
<b>Сумма рангов вариант первой выборки в объединенном ряду</b>													<b>5330</b>

Таблица Щ.4 Объединенный массив наблюдаемых значений показателя кислотности, отсортированный по возрастанию, 2020 г.

Варианты объединенного ряда											
5,11	5,12	5,13	5,13	5,13	5,13	5,13	5,15	5,15	5,16	5,16	5,16
5,17	5,18	5,2	5,21	5,22	5,22	5,23	5,23	5,23	5,24	5,24	5,24
5,26	5,26	5,27	5,27	5,27	5,27	5,27	5,29	5,29	5,29	5,29	5,3
5,31	5,31	5,32	5,32	5,32	5,32	5,32	5,32	5,33	5,34	5,34	5,35
5,36	5,37	5,37	5,37	5,39	5,39	5,39	5,41	5,41	5,41	5,41	5,42
5,42	5,44	5,45	5,45	5,45	5,45	5,45	5,48	5,48	5,48	5,5	5,5
5,51	5,51	5,54	5,54	5,56	5,56	5,59	5,6	5,6	5,64	5,75	5,85
5,86	5,89	5,9	5,94	5,95	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,12	6,12
6,15	6,22	6,22	6,22	6,23	6,25	6,25	6,25	6,26	6,26	6,27	6,31
6,32	6,32	6,34	6,36	6,36	6,37	6,38	6,39	6,39	6,4	6,4	6,41
6,41	6,41	6,41	6,41	6,41	6,41	6,42	6,42	6,42	6,42	6,42	6,43
6,44	6,44	6,44	6,44	6,45	6,45	6,45	6,46	6,46	6,46	6,46	6,46
6,46	6,46	6,47	6,47	6,48	6,48	6,5	6,5	6,5	6,5	6,51	6,51
6,51	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51
6,51	6,52	6,52	6,52	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	6,54	6,55
6,55	6,55	6,56	6,56	6,56	6,56	6,57	6,58	6,6	6,6	6,6	6,6
6,6	6,6	6,6	6,61	6,63	6,7	6,72	6,86				

Таблица Щ.5 Ранжирование вариант объединенного ряда, содержащего результаты измерений показателя кислотности (рН) аэрозольных суспензий на двух территориях (условно чистая и селитебная зоны) и расчет статистики по Т-критерию Вилкоксона, 2020 год

ранги	1	2	5	5	5	5	5	8,5	8,5	11	11	11	
элементы выборок	5,11	5,12	5,13	5,13	5,13	5,13	5,13	5,15	5,15	5,16	5,16	5,16	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>8,5</b>	<b>8,5</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>78</b>
ранги	13	14	15	16	17,5	17,5	20	20	20	23	23	23	
элементы выборок	5,17	5,18	5,2	5,21	5,22	5,22	5,23	5,23	5,23	5,24	5,24	5,24	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17,5</b>	<b>17,5</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>222</b>
ранги	25,5	25,5	29	29	29	29	29	33,5	33,5	33,5	33,5	36	
элементы выборок	5,26	5,26	5,27	5,27	5,27	5,27	5,27	5,29	5,29	5,29	5,29	5,3	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>25,5</b>	<b>25,5</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>33,5</b>	<b>33,5</b>	<b>33,5</b>	<b>33,5</b>	<b>36</b>	<b>366</b>

ранги	37,5	37,5	41,5	41,5	41,5	41,5	41,5	41,5	45	46,5	46,5	48	
элементы выборки	5,31	5,31	5,32	5,32	5,32	5,32	5,32	5,32	5,33	5,34	5,34	5,35	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>37,5</b>	<b>37,5</b>	<b>41,5</b>	<b>41,5</b>	<b>41,5</b>	<b>41,5</b>	<b>41,5</b>	<b>41,5</b>	<b>45</b>	<b>46,5</b>	<b>46,5</b>	<b>48</b>	<b>510</b>
ранги	49	51	51	51	54	54	54	57,5	57,5	57,5	57,5	60,5	
элементы выборки	5,36	5,37	5,37	5,37	5,39	5,39	5,39	5,41	5,41	5,41	5,41	5,42	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>49</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>57,5</b>	<b>57,5</b>	<b>57,5</b>	<b>57,5</b>	<b>60,5</b>	<b>654,5</b>
ранги	60,5	62	65	65	65	65	65	69	69	69	71,5	71,5	
элементы выборки	5,42	5,44	5,45	5,45	5,45	5,45	5,45	5,48	5,48	5,48	5,5	5,5	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>60,5</b>	<b>62</b>	<b>65</b>	<b>65</b>	<b>65</b>	<b>65</b>	<b>65</b>	<b>69</b>	<b>69</b>	<b>69</b>	<b>71,5</b>	<b>0</b>	<b>726</b>

ранги	73,5	73,5	75,5	75,5	77,5	77,5	79	80,5	80,5	82	83	84	
элементы выборок	5,51	5,51	5,54	5,54	5,56	5,56	5,59	5,6	5,6	5,64	5,75	5,85	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>73,5</b>	<b>73,5</b>	<b>75,5</b>	<b>75,5</b>	<b>77,5</b>	<b>77,5</b>	<b>0</b>	<b>80,5</b>	<b>80,5</b>	<b>82</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>696</b>
ранги	85	86	87	88	89	92	92	92	92	92	95,5	95,5	
элементы выборок	5,86	5,89	5,9	5,94	5,95	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,12	6,12	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
ранги	97	98	99,5	99,5	101	103	103	103	105,5	105,5	107	108	
элементы выборок	6,15	6,22	6,22	6,22	6,23	6,25	6,25	6,25	6,26	6,26	6,27	6,31	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	2	2	1	2	2	2	1	2	1		
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>97</b>	<b>98</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>101</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>105,5</b>	<b>0</b>	<b>107</b>	<b>0</b>	<b>508,5</b>

ранги	<b>109</b>	<b>110</b>	<b>111</b>	<b>112,5</b>	<b>112,5</b>	<b>114</b>	<b>115</b>	<b>116,5</b>	<b>116,5</b>	<b>118,5</b>	<b>118,5</b>	<b>120</b>	
элементы выборок	6,32	6,32	6,34	6,36	6,36	6,37	6,38	6,39	6,39	6,4	6,4	6,41	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	2	2	1	1	2	1	2	2	2	2	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>109</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>112,5</b>	<b>112,5</b>	<b>0</b>	<b>115</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>120</b>	<b>569</b>
ранги	<b>123,5</b>	<b>123,5</b>	<b>123,5</b>	<b>123,5</b>	<b>123,5</b>	<b>123,5</b>	<b>129</b>	<b>129</b>	<b>129</b>	<b>129</b>	<b>129</b>	<b>132</b>	
элементы выборок	6,41	6,41	6,41	6,41	6,41	6,41	6,42	6,42	6,42	6,42	6,42	6,43	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>129</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>129</b>
ранги	<b>134,5</b>	<b>134,5</b>	<b>134,5</b>	<b>134,5</b>	<b>138</b>	<b>138</b>	<b>138</b>	<b>140</b>	<b>143,5</b>	<b>143,5</b>	<b>143,5</b>	<b>143,5</b>	
элементы выборок	6,44	6,44	6,44	6,44	6,45	6,45	6,45	6,46	6,46	6,46	6,46	6,46	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>134,5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>140</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>274,5</b>

ранги	143,5	143,5	147,5	147,5	149,5	149,5	152,5	152,5	152,5	152,5	162	162	
элементы выборок	6,46	6,46	6,47	6,47	6,48	6,48	6,5	6,5	6,5	6,5	6,51	6,51	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>147,5</b>	<b>0</b>	<b>149,5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>162</b>	<b>0</b>	<b>459</b>
ранги	162	162	162	162	162	162	162	162	162	162	162	162	
элементы выборок	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
ранги	162	171	171	171	175,5	175,5	175,5	175,5	175,5	175,5	180,5	180,5	
элементы выборок	6,51	6,52	6,52	6,52	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	6,54	6,55	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>180,5</b>	<b>180,5</b>

ранги	180,5	180,5	184,5	184,5	184,5	184,5	187	188	192	192	192	192	
элементы выборок	6,55	6,55	6,56	6,56	6,56	6,56	6,57	6,58	6,6	6,6	6,6	6,6	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>192</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>192</b>
ранги	192	192	192	196	197	198	199	200					
элементы выборок	6,6	6,6	6,6	6,61	6,63	6,7	6,72	6,86					Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	2	2	1	2	2	2	2					
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>196</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>196</b>
<b>Сумма рангов элементов первой выборки</b>												<b>5761</b>	

Таблица Щ.6 Объединенный массив наблюдаемых значений показателя удельной электропроводности (ЕС, мкСм/см), отсортированный по возрастанию, 2018 год

Варианты объединенного ряда											
37,5	37,5	37,6	37,7	37,7	37,9	37,9	37,9	38	38	38	38
38	38	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1
38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,2	38,2	38,2	38,2
38,2	38,2	38,2	38,2	38,2	38,2	38,2	38,2	38,2	38,2	38,2	38,2
38,2	38,2	38,2	38,3	38,3	38,3	38,3	38,3	38,3	38,3	38,3	38,6
41,3	41,5	42,5	42,7	42,8	43	43,2	43,5	44,1	44,1	46	46,4
46,5	46,8	47	47	47	47,1	47,3	47,5	48	48	48,3	48,4
48,5	48,9	48,9	49,5	49,5	49,5	49,8	49,9	51,2	51,2	51,4	51,5
51,5	52,4	52,5	52,5	73,5	74,2	74,6	75,8	76,5	76,6	77,3	77,5
78,5	78,7	78,7	79,3	79,3	81,4	81,5	81,7	81,7	83,2	83,4	84,6



ранги	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	
элементы выборки	38,2	38,2	38,2	38,2	38,2	38,2	38,2	38,2	38,2	38,2	38,2	38,2	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>								
ранги	42	42	42	55,5	55,5	55,5	55,5	55,5	55,5	55,5	55,5	60	
элементы выборки	38,2	38,2	38,2	38,3	38,3	38,3	38,3	38,3	38,3	38,3	38,3	38,3	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>								
ранги	61	62	63	64	65	66	67	68	69,5	69,5	71	72	
элементы выборки	41,3	41,5	42,5	42,7	42,8	43	43,2	43,5	44,1	44,1	46	46,4	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>61</b>	<b>62</b>	<b>63</b>	<b>64</b>	<b>65</b>	<b>66</b>	<b>67</b>	<b>68</b>	<b>69,5</b>	<b>69,5</b>	<b>71</b>	<b>72</b>	<b>798</b>
ранги	73	74	76	76	76	78	79	80	81,5	81,5	83	84	
элементы выборки	46,5	46,8	47	47	47	47,1	47,3	47,5	48	48	48,3	48,4	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>73</b>	<b>74</b>	<b>76</b>	<b>76</b>	<b>76</b>	<b>78</b>	<b>79</b>	<b>80</b>	<b>81,5</b>	<b>81,5</b>	<b>83</b>	<b>84</b>	<b>942</b>

ранги	85	86,5	86,5	89	89	89	91	92	93,5	93,5	95	96,5	
элементы выборки	48,5	48,9	48,9	49,5	49,5	49,5	49,8	49,9	51,2	51,2	51,4	51,5	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>85</b>	<b>86,5</b>	<b>86,5</b>	<b>89</b>	<b>89</b>	<b>89</b>	<b>91</b>	<b>92</b>	<b>93,5</b>	<b>93,5</b>	<b>95</b>	<b>96,5</b>	<b>1086,5</b>
ранги	69,5	98	99,5	99,5	101	102	103	104	105	106	107	108	
элементы выборки	51,5	52,4	52,5	52,5	73,5	74,2	74,6	75,8	76,5	76,6	77,3	77,5	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>69,5</b>	<b>98</b>	<b>99,5</b>	<b>99,5</b>	<b>101</b>	<b>102</b>	<b>103</b>	<b>104</b>	<b>105</b>	<b>106</b>	<b>107</b>	<b>108</b>	<b>1202,5</b>
ранги	109	110,5	110,5	112,5	112,5	114	115	116,5	116,5	118	119	120	
элементы выборки	78,5	78,7	78,7	79,3	79,3	81,4	81,5	81,7	81,7	83,2	83,4	84,6	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>109</b>	<b>110,5</b>	<b>110,5</b>	<b>112,5</b>	<b>112,5</b>	<b>114</b>	<b>115</b>	<b>116,5</b>	<b>116,5</b>	<b>118</b>	<b>119</b>	<b>120</b>	<b>1374</b>
<b>Сумма рангов элементов первой выборки для всего объединенного ряда</b>													<b>5403</b>



Таблица Щ.9 Ранжирование вариант объединенного ряда, содержащего результаты измерений показателя удельной электропроводности аэрозольных суспензий на двух территориях (условно чистая и селитебная зоны) и расчет статистики по Т-критерию Вилкоксона, 2019 г од

ранги	1	2,5	2,5	4	5,5	5,5	7	8	9	10	15	15	
элементы выборок	38,1	38,2	38,2	38,4	38,5	38,5	38,7	38,8	38,9	39	39,1	39,1	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>											
ранги	15	15	15	15	15	15	15	21	21	21	23,5	23,5	
элементы выборок	39,1	39,1	39,1	39,1	39,1	39,1	39,1	39,2	39,2	39,2	39,3	39,3	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>											
ранги	26	26	26	29	29	29	32	32	32	35	35	35	
элементы выборок	39,4	39,4	39,4	39,5	39,5	39,5	39,6	39,6	39,6	39,7	39,7	39,7	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>35</b>	<b>35</b>										

ранги	37	38,5	38,5	40	45	45	45	45	45	45	45	45	
элементы выборок	39,8	39,9	39,9	40	40,1	40,1	40,1	40,1	40,1	40,1	40,1	40,1	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
ранги	45	53,5	53,5	53,5	53,5	53,5	53,5	53,5	53,5	61,5	61,5	61,5	
элементы выборок	40,1	40,2	40,2	40,2	40,2	40,2	40,2	40,2	40,2	40,3	40,3	40,3	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>53,5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>53,5</b>
ранги	61,5	61,5	61,5	61,5	61,5	68	68	68	68	68	74,5	74,5	
элементы выборок	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4	40,5	40,5	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>61,5</b>	<b>61,5</b>	<b>61,5</b>	<b>61,5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>68</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>314</b>
ранги	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	79,5	79,5	81	82,5	82,5	84,5	
элементы выборок	40,5	40,5	40,5	40,5	40,5	40,5	40,6	40,6	40,7	40,8	40,8	40,9	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>74,5</b>	<b>0</b>	<b>79,5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>154</b>

ранги	84,5	88,5	88,5	88,5	88,5	88,5	88,5	94,5	94,5	94,5	94,5	94,5	
элементы выборки	40,9	41	41,1	41,1	41,1	41,1	41,1	41,2	41,2	41,2	41,2	41,2	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
ранги	94,5	100	100	100	100	100	104	104	104	107	107	107	
элементы выборки	41,2	41,3	41,3	41,3	41,3	41,3	41,4	41,4	41,4	41,5	41,5	41,5	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>107</b>	<b>107</b>
ранги	110	110	100	112	113	114	115	116	117	118,5	118,5	120	
элементы выборки	41,6	41,6	41,6	41,7	42,6	43,5	90	90,3	90,4	90,5	90,5	91,2	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>113</b>	<b>114</b>	<b>115</b>	<b>116</b>	<b>117</b>	<b>118,5</b>	<b>118,5</b>	<b>120</b>	<b>1252</b>
ранги	121	122	123	124	125,5	125,5	127	128	129,5	129,5	131,5	131,5	
элементы выборки	91,5	92,1	93,2	93,4	93,7	93,7	94,5	95,1	95,2	95,2	95,3	95,3	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>121</b>	<b>122</b>	<b>123</b>	<b>124</b>	<b>125,5</b>	<b>125,5</b>	<b>127</b>	<b>128</b>	<b>129,5</b>	<b>129,5</b>	<b>131,5</b>	<b>131,5</b>	<b>1518</b>

ранги	133,5	133,5	135	136	137	138,5	138,5	140	141	142	143	144		
элементы выборки	95,4	95,4	95,9	96	96,7	97,2	97,2	97,4	97,6	97,8	98,4	99,1	Сумма рангов элементов первой выборки	
номера выборки	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>133,5</b>	<b>133,5</b>	<b>135</b>	<b>136</b>	<b>137</b>	<b>138,5</b>	<b>138,5</b>	<b>140</b>	<b>141</b>	<b>142</b>	<b>143</b>	<b>144</b>		<b>1662</b>
ранги	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156		
элементы выборки	100,3	101,5	102,2	102,7	103,1	105	105,1	105,2	105,3	105,5	106,3	106,7	Сумма рангов элементов первой выборки	
номера выборки	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>145</b>	<b>146</b>	<b>147</b>	<b>148</b>	<b>149</b>	<b>150</b>	<b>151</b>	<b>152</b>	<b>153</b>	<b>154</b>	<b>155</b>	<b>156</b>		<b>1806</b>
ранги	157	158	159	160	161	162	163	164,5	164,5	166,5	166,5	168		
элементы выборки	107,4	107,5	107,7	108,2	109,3	109,3	110,2	110,3	110,3	110,5	110,5	110,6	Сумма рангов элементов первой выборки	
номера выборки	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>157</b>	<b>158</b>	<b>159</b>	<b>160</b>	<b>161</b>	<b>162</b>	<b>163</b>	<b>164,5</b>	<b>164,5</b>	<b>166,5</b>	<b>166,5</b>	<b>168</b>		<b>1950</b>
ранги	169	170												
элементы выборки	111,4	113,1											Сумма рангов элементов первой выборки	
номера выборки	1	1												
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>169</b>	<b>170</b>												<b>339</b>
<b>Сумма рангов элементов первой выборки</b>													<b>9190,5</b>	

Таблица Щ.10 Объединенный массив наблюдаемых значений показателя удельной электропроводности, отсортированный по возрастанию, 2020 год

Варианты объединенного ряда											
39,1	40,1	40,3	40,3	40,4	40,5	40,5	40,6	40,8	41,2	41,2	41,2
41,3	41,4	41,5	41,5	41,5	41,6	41,6	41,7	41,7	41,8	41,8	41,8
41,8	41,8	41,8	41,9	41,9	42	42,1	42,1	42,1	42,1	42,1	42,1
42,2	42,2	42,2	42,2	42,3	42,3	42,4	42,5	42,5	42,5	42,6	42,6
42,6	42,6	42,6	42,7	42,7	42,7	42,8	42,8	42,9	42,9	43	43
43,1	43,1	43,1	43,1	43,2	43,2	43,2	43,2	43,3	43,4	43,4	43,4
43,5	43,5	43,5	43,6	43,6	43,6	43,7	43,7	43,7	43,7	43,7	43,7
43,8	43,8	43,8	43,9	43,9	44,1	44,1	44,1	44,1	44,1	44,2	44,3
44,3	44,4	44,5	44,6	44,7	44,8	44,8	44,9	45,1	45,2	45,2	45,2
45,3	45,3	45,6	45,6	45,9	46,1	46,5	46,6	46,7	47,3	48,7	49
97,7	98,5	98,9	99,8	102,9	103,2	103,4	103,5	103,8	104,1	104,2	104,6
104,6	104,7	104,7	104,8	104,9	104,9	105,1	105,1	105,1	105,2	105,2	105,3
105,3	105,3	105,3	105,3	105,3	105,5	105,5	105,6	105,6	105,6	105,6	105,7
105,9	106,2	106,2	106,2	106,3	106,3	106,3	106,3	106,4	106,6	106,7	107
107,1	107,1	107,1	107,3	107,4	107,5	107,5	108,1	108,1	108,2	108,3	108,4
108,4	108,4	108,4	108,4	108,4	108,5	108,5	108,9	109,2	109,5	109,5	109,5
110	110,1	110,2	110,2	110,3	110,7	110,8	111,3				





ранги	86	86	86	88,5	88,5	92	92	92	92	92	95	96,5	Сумма рангов элементов первой выборки
элементы выборки	43,8	43,8	43,8	43,9	43,9	44,1	44,1	44,1	44,1	44,1	44,2	44,3	
номера выборки	2	1	1	2	1	2	2	2	2	1	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>86</b>	<b>86</b>	<b>0</b>	<b>88,5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>92</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>352,5</b>
ранги	96,5	98	99	100	101	102,5	102,5	104	105	107	107	107	Сумма рангов элементов первой выборки
элементы выборки	44,3	44,4	44,5	44,6	44,7	44,8	44,8	44,9	45,1	45,2	45,2	45,2	
номера выборки	1	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>96,5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>104</b>	<b>105</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>107</b>	<b>512,5</b>
ранги	109,5	109,5	111,5	111,5	113	114	115	116	117	118	119	120	Сумма рангов элементов первой выборки
элементы выборки	45,3	45,3	45,6	45,6	45,9	46,1	46,5	46,6	46,7	47,3	48,7	49	
номера выборки	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>109,5</b>	<b>111,5</b>	<b>111,5</b>	<b>113</b>	<b>0</b>	<b>115</b>	<b>116</b>	<b>117</b>	<b>118</b>	<b>119</b>	<b>120</b>	<b>1150,5</b>
ранги	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132,5	Сумма рангов элементов первой выборки
элементы выборки	97,7	98,5	98,9	99,8	102,9	103,2	103,4	103,5	103,8	104,1	104,2	104,6	
номера выборки	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>функция Если</b>	<b>121</b>	<b>122</b>	<b>123</b>	<b>124</b>	<b>125</b>	<b>126</b>	<b>127</b>	<b>128</b>	<b>129</b>	<b>130</b>	<b>131</b>	<b>132,5</b>	<b>1518,5</b>

ранги	132,5	134,5	134,5	136	137,5	137,5	140	140	140	142,5	142,5	146,5	Сумма рангов элементов первой выборки
элементы выборки	104,6	104,7	104,7	104,8	104,9	104,9	105,1	105,1	105,1	105,2	105,2	105,3	
номера выборки	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>132,5</b>	<b>134,5</b>	<b>134,5</b>	<b>136</b>	<b>137,5</b>	<b>137,5</b>	<b>140</b>	<b>140</b>	<b>140</b>	<b>142,5</b>	<b>142,5</b>	<b>146,5</b>	<b>1664</b>
ранги	146,5	146,5	146,5	146,5	146,5	150,5	150,5	153,5	153,5	153,5	153,5	156	Сумма рангов элементов первой выборки
элементы выборки	105,3	105,3	105,3	105,3	105,3	105,5	105,5	105,6	105,6	105,6	105,6	105,7	
номера выборки	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>146,5</b>	<b>146,5</b>	<b>146,5</b>	<b>146,5</b>	<b>146,5</b>	<b>150,5</b>	<b>150,5</b>	<b>153,5</b>	<b>153,5</b>	<b>153,5</b>	<b>153,5</b>	<b>156</b>	<b>1803,5</b>
ранги	157	159	159	159	162,5	162,5	162,5	162,5	165	166	167	168	Сумма рангов элементов первой выборки
элементы выборки	105,9	106,2	106,2	106,2	106,3	106,3	106,3	106,3	106,4	106,6	106,7	107	
номера выборки	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>157</b>	<b>159</b>	<b>159</b>	<b>159</b>	<b>162,5</b>	<b>162,5</b>	<b>162,5</b>	<b>162,5</b>	<b>165</b>	<b>166</b>	<b>167</b>	<b>168</b>	<b>1950</b>
ранги	170	170	170	172	173	174,5	174,5	176,5	176,5	178	179	182,5	Сумма рангов элементов первой выборки
элементы выборки	107,1	107,1	107,1	107,3	107,4	107,5	107,5	108,1	108,1	108,2	108,3	108,4	
номера выборки	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>170</b>	<b>170</b>	<b>170</b>	<b>172</b>	<b>173</b>	<b>174,5</b>	<b>174,5</b>	<b>176,5</b>	<b>176,5</b>	<b>178</b>	<b>179</b>	<b>182,5</b>	<b>2096,5</b>

ранги	182,5	182,5	182,5	182,5	182,5	186,5	186,5	188	189	191	191	191	Сумма рангов элементов первой выборки
элементы выборок	108,4	108,4	108,4	108,4	108,4	108,5	108,5	108,9	109,2	109,5	109,5	109,5	
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>182,5</b>	<b>182,5</b>	<b>182,5</b>	<b>182,5</b>	<b>182,5</b>	<b>186,5</b>	<b>186,5</b>	<b>188</b>	<b>189</b>	<b>191</b>	<b>191</b>	<b>191</b>	<b>2235,5</b>
ранги	193	194	195,5	195,5	197	198	199	200	201	202	203	204	Сумма рангов элементов первой выборки
элементы выборок	110	110,1	110,2	110,2	110,3	110,7	110,8	111,3					
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1					
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>193</b>	<b>194</b>	<b>195,5</b>	<b>195,5</b>	<b>197</b>	<b>198</b>	<b>199</b>	<b>200</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1572</b>
<b>Сумма рангов элементов первой выборки</b>													<b>14922</b>

Таблица Щ.12 Объединенный массив наблюдаемых значений показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$ , %), отсортированный по возрастанию, 2019 год

Варианты объединенного ряда, отсортированного в порядке возрастания											
22,22	33,96	38,88	40,63	40,91	41,67	42,31	42,98	43,8	44,14	44,89	44,89
46,88	46,88	47,24	48,22	48,36	48,97	49,06	51,72	52,41	52,41	53,1	54,09
55,23	55,55	55,56	55,62	55,77	56,09	56,09	57,69	58,65	60,34	61,54	62,26
62,29	62,35	63,19	64	65,38	65,58	66,66	66,67	66,67	66,77	67,05	67,25
67,76	68,66	69,39	69,82	70	70,74	71,08	71,42	71,57	71,79	72,25	72,73
72,89	73,59	73,59	73,63	74,55	74,56	74,73	75	75,18	75,97	76,43	76,92
77	77	77,11	77,52	77,64	77,64	77,67	78,01	78,04	78,46	78,47	78,61
78,68	79,25	79,35	79,35	79,39	79,72	79,87	79,87	80,18	80,59	80,59	80,7
80,76	80,76	81,01	81,16	81,61	81,91	81,97	82,54	82,61	82,72	83,33	83,45
83,63	83,63	83,82	84	84	84,06	84,11	84,41	84,72	85,34	85,5	85,61
85,75	86,17	86,25	86,36	86,37	86,51	86,66	86,76	86,92	87,27	87,55	87,57
87,61	87,62	88,18	88,41	88,74	88,96	89,36	89,43	89,55	89,58	89,72	90,17
90,21	90,23	90,26	90,29	90,3	90,37	90,39	90,44	90,5	90,7	90,71	90,72
91,04	91,16	91,19	91,23	91,86	92,24	92,4	92,53	92,54	92,68	92,85	92,85
92,92	93,4	93,41	93,55	93,64	93,83	93,95	93,98	94,22	94,24	94,32	94,34
94,45	94,68	94,95	95,28	95,55	95,56	95,72	95,75	95,95	95,96	96,52	96,59
96,61	96,76	96,9	97,24	97,56	97,63	98	98,27				



ранги	37	38	39	40	41	42	43	44,5	44,5	46	47	48	
элементы выборки	62,29	62,35	63,19	64	65,38	65,58	66,66	66,67	66,67	66,77	67,05	67,25	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>42</b>	<b>43</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>85</b>
ранги	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
элементы выборки	67,76	68,66	69,39	69,82	70	70,74	71,08	71,42	71,57	71,79	72,25	72,73	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
ранги	61	62,5	72,5	64	65	66	67	68	69	70	71	72	
элементы выборки	72,89	73,59	73,59	73,63	74,55	74,56	74,73	75	75,18	75,97	76,43	76,92	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
ранги	73,5	73,5	75	76	77,5	77,5	79	80	81	82	83	84	
элементы выборки	77	77	77,11	77,52	77,64	77,64	77,67	78,01	78,04	78,46	78,47	78,61	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборки	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>81</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>81</b>

ранги	85	86	87,5	87,5	89	90	91,5	91,5	93	94,5	94,5	96	
элементы выборок	78,68	79,25	79,35	79,35	79,39	79,72	79,87	79,87	80,18	80,59	80,59	80,7	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>93</b>	<b>0</b>	<b>94,5</b>	<b>96</b>	<b>283,5</b>
ранги	97,5	97,5	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	
элементы выборок	80,76	80,76	81,01	81,16	81,61	81,91	81,97	82,54	82,61	82,72	83,33	83,45	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
ранги	109,5	109,5	111	112,5	112,5	114	115	116	117	118	119	120	
элементы выборок	83,63	83,63	83,82	84	84	84,06	84,11	84,41	84,72	85,34	85,5	85,61	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	1	2	2	1	1	2	2	2	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>109,5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>112,5</b>	<b>114</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>118</b>	<b>119</b>	<b>120</b>	<b>693</b>
ранги	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	
элементы выборок	85,75	86,17	86,25	86,36	86,37	86,51	86,66	86,76	86,92	87,27	87,55	87,57	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>121</b>	<b>122</b>	<b>123</b>	<b>124</b>	<b>0</b>	<b>126</b>	<b>127</b>	<b>128</b>	<b>129</b>	<b>130</b>	<b>131</b>	<b>132</b>	<b>1393</b>

ранги	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	
элементы выборок	87,61	87,62	88,18	88,41	88,74	88,96	89,36	89,43	89,55	89,58	89,72	90,17	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>133</b>	<b>134</b>	<b>135</b>	<b>136</b>	<b>137</b>	<b>138</b>	<b>139</b>	<b>140</b>	<b>141</b>	<b>142</b>	<b>143</b>	<b>144</b>	<b>1662</b>
ранги	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	
элементы выборок	90,21	90,23	90,26	90,29	90,3	90,37	90,39	90,44	90,5	90,7	90,71	90,72	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>145</b>	<b>146</b>	<b>147</b>	<b>148</b>	<b>149</b>	<b>150</b>	<b>151</b>	<b>152</b>	<b>153</b>	<b>154</b>	<b>155</b>	<b>156</b>	<b>1806</b>
ранги	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167,5	167,5	
элементы выборок	91,04	91,16	91,19	91,23	91,86	92,24	92,4	92,53	92,54	92,68	92,85	92,85	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>157</b>	<b>158</b>	<b>159</b>	<b>160</b>	<b>161</b>	<b>162</b>	<b>163</b>	<b>164</b>	<b>165</b>	<b>166</b>	<b>167,5</b>	<b>167,5</b>	<b>1950</b>
ранги	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	
элементы выборок	92,92	93,4	93,41	93,55	93,64	93,83	93,95	93,98	94,22	94,24	94,32	94,34	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>169</b>	<b>170</b>	<b>171</b>	<b>172</b>	<b>173</b>	<b>174</b>	<b>175</b>	<b>176</b>	<b>177</b>	<b>178</b>	<b>179</b>	<b>180</b>	<b>2094</b>

ранги	<b>181</b>	<b>182</b>	<b>183</b>	<b>184</b>	<b>185</b>	<b>186</b>	<b>187</b>	<b>188</b>	<b>189</b>	<b>190</b>	<b>191</b>	<b>192</b>	
элементы выборок	94,45	94,68	94,95	95,28	95,55	95,56	95,72	95,75	95,95	95,96	96,52	96,59	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>181</b>	<b>182</b>	<b>183</b>	<b>184</b>	<b>185</b>	<b>186</b>	<b>187</b>	<b>188</b>	<b>189</b>	<b>190</b>	<b>191</b>	<b>192</b>	<b>2238</b>
ранги	<b>193</b>	<b>194</b>	<b>195</b>	<b>196</b>	<b>197</b>	<b>198</b>	<b>199</b>	<b>200</b>					
элементы выборок	96,61	96,76	96,9	97,24	97,56	97,63	98	98,27					Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	2					
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>193</b>	<b>194</b>	<b>195</b>	<b>196</b>	<b>197</b>	<b>198</b>	<b>199</b>	<b>0</b>					<b>1372</b>
<b>Сумма рангов элементов первой выборки</b>													<b>13898,5</b>

Таблица Щ.14 Ранжирование вариант объединенного ряда, содержащего результаты измерений показателя количества аэрозольных частиц ( $N_{PM10}$ , %) на двух территориях (условно чистая и селитебная зоны) и расчет статистики по Т-критерию Вилкоксона, 2020 год

ранги	1	2	3	4,5	4,5	6	7	8	9	10	11	12	
элементы выборок	27,27	30	30,76	33,33	33,33	35	37,03	39,47	40,42	41,17	42,3	45,45	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>
ранги	13	14	15	16	17	18	19	20	21,5	21,5	23	24	
элементы выборок	48,27	48,48	50	51,61	56,66	57,37	58,33	59,52	60,97	60,97	61,44	62,16	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
ранги	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
элементы выборок	62,66	63,94	64,91	65,57	65,71	66,12	66,47	66,66	67,25	67,32	68,23	68,75	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>29</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>33</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>96</b>

ранги	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
элементы выборок	69,24	69,26	69,27	69,86	70	70,27	70,66	70,78	71,18	71,34	71,94	72,05	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>39</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>42</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>48</b>	<b>129</b>
ранги	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
элементы выборок	72,16	72,23	72,38	72,91	73,03	73,27	73,41	73,62	73,66	73,89	73,91	74,13	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>51</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>54</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>165</b>
ранги	61	62	63	64,5	64,5	66	67	68	69	70	71	72	
элементы выборок	74,31	74,52	74,85	75	75	75,06	75,12	75,39	75,46	75,53	75,59	75,88	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>61</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>68</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>129</b>
ранги	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	
элементы выборок	76,21	76,3	76,31	76,5	76,76	76,81	77,14	77,22	77,25	77,45	77,68	77,77	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	2	2	2	1	2	2	1	2	1	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>77</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>80</b>	<b>0</b>	<b>82</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>239</b>

ранги	<b>85</b>	<b>86</b>	<b>87</b>	<b>88</b>	<b>89</b>	<b>90</b>	<b>91</b>	<b>92</b>	<b>93</b>	<b>94</b>	<b>95</b>	<b>96</b>	
элементы выборок	77,96	78,01	78,2	78,43	78,51	78,76	79,36	79,42	79,52	79,69	79,76	79,85	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>90</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>94</b>	<b>0</b>	<b>96</b>	<b>280</b>
ранги	<b>97</b>	<b>98</b>	<b>99</b>	<b>100</b>	<b>101</b>	<b>102</b>	<b>103</b>	<b>104</b>	<b>105</b>	<b>106</b>	<b>107</b>	<b>108</b>	
элементы выборок	80	80,19	80,28	80,29	80,32	80,37	80,87	80,91	80,93	81,05	81,19	81,2	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>97</b>	<b>0</b>	<b>106</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>203</b>							
ранги	<b>109</b>	<b>110</b>	<b>111</b>	<b>112</b>	<b>113</b>	<b>114</b>	<b>115</b>	<b>116</b>	<b>117</b>	<b>118</b>	<b>119</b>	<b>120</b>	
элементы выборок	81,35	81,96	82,11	82,27	82,4	82,43	83,04	83,67	83,83	84,21	85,61	88,31	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>120</b>	<b>120</b>										
ранги	<b>121</b>	<b>122</b>	<b>123</b>	<b>124</b>	<b>125</b>	<b>126</b>	<b>127</b>	<b>128</b>	<b>129</b>	<b>130</b>	<b>131</b>	<b>132</b>	
элементы выборок	88,48	89,06	89,3	90,22	90,37	90,57	90,74	91,27	91,4	91,51	91,61	91,65	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>121</b>	<b>0</b>	<b>123</b>	<b>124</b>	<b>125</b>	<b>126</b>	<b>127</b>	<b>128</b>	<b>129</b>	<b>130</b>	<b>131</b>	<b>132</b>	<b>1396</b>

ранги	133	134	135,5	135,5	137	138	139	140	141	142	143	144	
элементы выборок	91,8	91,84	91,89	91,89	91,98	92	92,27	92,28	92,4	92,43	92,88	92,98	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>133</b>	<b>134</b>	<b>135,5</b>	<b>135,5</b>	<b>137</b>	<b>138</b>	<b>139</b>	<b>140</b>	<b>141</b>	<b>142</b>	<b>143</b>	<b>144</b>	<b>1662</b>
ранги	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154,5	154,5	156	
элементы выборок	93,09	93,12	93,15	93,25	93,28	93,29	93,34	93,39	93,43	93,49	93,49	93,56	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>145</b>	<b>146</b>	<b>147</b>	<b>148</b>	<b>149</b>	<b>150</b>	<b>151</b>	<b>152</b>	<b>153</b>	<b>154,5</b>	<b>154,5</b>	<b>156</b>	<b>1806</b>
ранги	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	
элементы выборок	93,56	93,62	93,65	93,89	93,96	94,04	94,07	94,13	94,2	94,25	94,26	94,27	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>157</b>	<b>158</b>	<b>159</b>	<b>160</b>	<b>161</b>	<b>162</b>	<b>163</b>	<b>164</b>	<b>165</b>	<b>166</b>	<b>167</b>	<b>168</b>	<b>1950</b>
ранги	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	
элементы выборок	94,38	94,43	94,47	94,64	94,66	94,7	94,84	94,85	94,9	94,96	95,18	95,19	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>169</b>	<b>170</b>	<b>171</b>	<b>172</b>	<b>173</b>	<b>174</b>	<b>175</b>	<b>176</b>	<b>177</b>	<b>178</b>	<b>179</b>	<b>180</b>	<b>2094</b>

ранги	<b>181</b>	<b>182</b>	<b>183</b>	<b>184</b>	<b>185</b>	<b>186</b>	<b>187,5</b>	<b>187,5</b>	<b>189</b>	<b>190</b>	<b>191</b>	<b>192</b>	
элементы выборок	95,37	95,63	95,71	95,77	95,93	96,07	96,17	96,17	96,6	96,75	97,28	97,29	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>181</b>	<b>182</b>	<b>183</b>	<b>184</b>	<b>185</b>	<b>186</b>	<b>187,5</b>	<b>187,5</b>	<b>189</b>	<b>190</b>	<b>191</b>	<b>192</b>	<b>2238</b>
ранги	<b>193</b>	<b>194</b>	<b>195</b>	<b>196</b>	<b>197</b>	<b>198</b>	<b>199</b>	<b>200</b>	<b>201</b>	<b>202</b>	<b>203</b>	<b>204</b>	
элементы выборок	97,33	97,37	97,52	97,94	98,1	98,16	98,35	100					Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1					
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>193</b>	<b>194</b>	<b>195</b>	<b>196</b>	<b>197</b>	<b>198</b>	<b>199</b>	<b>200</b>					<b>1572</b>
<b>Сумма рангов элементов первой выборки</b>												<b>14086</b>	

Таблица Щ.15 Объединенный массив наблюдаемых значений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %), отсортированный по возрастанию, 2019 год

Варианты объединенного ряда, отсортированного в порядке возрастания значения											
0,29	0,36	0,36	0,53	0,55	0,55	0,7	0,72	0,77	0,88	0,98	1
1,14	1,17	1,17	1,2	1,3	1,33	1,4	1,48	1,57	1,6	1,66	1,73
1,82	1,96	2,08	2,13	2,22	2,24	2,25	2,26	2,28	2,41	2,49	2,56
2,59	2,59	2,67	2,68	2,85	2,93	3,02	3,67	3,77	3,77	3,91	3,91
4,29	4,53	4,57	4,58	4,67	4,76	4,79	5,22	5,24	5,28	5,3	5,3
5,57	5,93	5,94	5,97	6,01	6,03	6,06	6,1	6,21	6,34	6,42	6,58
7,21	7,29	7,33	7,4	7,42	7,43	7,62	7,7	7,72	7,84	7,99	8,13
8,13	8,25	8,25	8,7	8,78	8,98	9,33	9,62	9,78	9,81	10,1	10,26
10,39	10,46	11,08	11,16	11,26	11,3	11,38	11,61	11,63	11,9	12,05	12,36
13,23	13,42	13,52	14,06	14,27	14,31	14,6	15,2	15,76	15,83	15,89	16,14
16,56	16,76	16,88	16,96	17,32	18,83	19,9	20,01	20,78	20,81	21,25	21,97
22,16	22,49	23,81	23,99	24,13	24,56	25,73	26,17	26,4	26,44	26,46	26,96
27,03	27,26	27,32	27,43	27,67	27,8	28,28	28,7	29,46	29,76	30,6	30,66
30,69	33,12	33,57	34,85	34,85	35,22	36,45	36,69	38,28	38,58	38,59	38,91
39,2	39,64	40,34	40,42	40,98	41,21	41,33	42,43	43,3	43,45	43,62	43,82
44,19	46,63	47,47	47,78	47,92	49,11	52,44	56,03	56,06	56,17	56,44	56,47
56,92	58	65,76	69,42	75,83	77	77,11	78,47				





ранги	85	86,5	86,5	88	89	90	91	92	93	94	95	96	
элементы выборок	8,13	8,25	8,25	8,7	8,78	8,98	9,33	9,62	9,78	9,81	10,1	10,26	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>89</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>89</b>
ранги	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	
элементы выборок	10,39	10,46	11,08	11,16	11,26	11,3	11,38	11,61	11,63	11,9	12,05	12,36	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	1	1	2	2	1	1	2	2	2	1	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>98</b>	<b>99</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>102</b>	<b>103</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>107</b>	<b>0</b>	<b>509</b>
ранги	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	
элементы выборок	13,23	13,42	13,52	14,06	14,27	14,31	14,6	15,2	15,76	15,83	15,89	16,14	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>113</b>	<b>114</b>	<b>115</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>119</b>	<b>120</b>	<b>581</b>
ранги	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	
элементы выборок	16,56	16,76	16,88	16,96	17,32	18,83	19,9	20,01	20,78	20,81	21,25	21,97	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>121</b>	<b>122</b>	<b>123</b>	<b>124</b>	<b>125</b>	<b>126</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>130</b>	<b>131</b>	<b>132</b>	<b>1134</b>

ранги	<b>133</b>	<b>134</b>	<b>135</b>	<b>136</b>	<b>137</b>	<b>138</b>	<b>139</b>	<b>140</b>	<b>141</b>	<b>142</b>	<b>143</b>	<b>144</b>	
элементы выборок	22,16	22,49	23,81	23,99	24,13	24,56	25,73	26,17	26,4	26,44	26,46	26,96	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>133</b>	<b>134</b>	<b>135</b>	<b>136</b>	<b>137</b>	<b>138</b>	<b>139</b>	<b>140</b>	<b>141</b>	<b>142</b>	<b>143</b>	<b>144</b>	<b>1662</b>
ранги	<b>145</b>	<b>146</b>	<b>147</b>	<b>148</b>	<b>149</b>	<b>150</b>	<b>151</b>	<b>152</b>	<b>153</b>	<b>154</b>	<b>155</b>	<b>156</b>	
элементы выборок	27,03	27,26	27,32	27,43	27,67	27,8	28,28	28,7	29,46	29,76	30,6	30,66	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>145</b>	<b>146</b>	<b>147</b>	<b>148</b>	<b>149</b>	<b>150</b>	<b>151</b>	<b>152</b>	<b>153</b>	<b>154</b>	<b>155</b>	<b>156</b>	<b>1806</b>
ранги	<b>157</b>	<b>158</b>	<b>159</b>	<b>160,5</b>	<b>160,5</b>	<b>162</b>	<b>163</b>	<b>164</b>	<b>165</b>	<b>166</b>	<b>167</b>	<b>168</b>	
элементы выборок	30,69	33,12	33,57	34,85	34,85	35,22	36,45	36,69	38,28	38,58	38,59	38,91	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>157</b>	<b>158</b>	<b>159</b>	<b>160,5</b>	<b>160,5</b>	<b>162</b>	<b>163</b>	<b>164</b>	<b>165</b>	<b>166</b>	<b>167</b>	<b>168</b>	<b>1950</b>
ранги	<b>169</b>	<b>170</b>	<b>171</b>	<b>172</b>	<b>173</b>	<b>174</b>	<b>175</b>	<b>176</b>	<b>177</b>	<b>178</b>	<b>179</b>	<b>180</b>	
элементы выборок	39,2	39,64	40,34	40,42	40,98	41,21	41,33	42,43	43,3	43,45	43,62	43,82	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>169</b>	<b>170</b>	<b>171</b>	<b>172</b>	<b>173</b>	<b>174</b>	<b>175</b>	<b>176</b>	<b>177</b>	<b>178</b>	<b>179</b>	<b>180</b>	<b>2094</b>

ранги	<b>181</b>	<b>182</b>	<b>183</b>	<b>184</b>	<b>185</b>	<b>186</b>	<b>187</b>	<b>188</b>	<b>189</b>	<b>190</b>	<b>191</b>	<b>192</b>	
элементы выборок	44,19	46,63	47,47	47,78	47,92	49,11	52,44	56,03	56,06	56,17	56,44	56,47	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>181</b>	<b>182</b>	<b>183</b>	<b>184</b>	<b>185</b>	<b>186</b>	<b>187</b>	<b>188</b>	<b>189</b>	<b>190</b>	<b>191</b>	<b>192</b>	<b>2238</b>
ранги	<b>193</b>	<b>194</b>	<b>195</b>	<b>196</b>	<b>197</b>	<b>198</b>	<b>199</b>	<b>200</b>	<b>201</b>	<b>202</b>	<b>203</b>	<b>204</b>	
элементы выборок	56,92	58	65,76	69,42	75,83	77	77,11	78,47					Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	2	2	2					
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>193</b>	<b>194</b>	<b>195</b>	<b>196</b>	<b>197</b>	<b>0</b>	<b>975</b>						
<b>Сумма рангов элементов первой выборки</b>													<b>13394,5</b>

Таблица Щ.17 Объединенный массив наблюдаемых значений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %), отсортированный по возрастанию, 2020 год

Варианты объединенного ряда, отсортированного в порядке возрастания значения											
0,008	0,03	0,04	0,05	0,05	0,07	0,07	0,08	0,1	0,11	0,12	0,13
0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,17	0,18	0,18	0,19	0,2	0,22	0,23
0,26	0,27	0,28	0,32	0,32	0,38	0,38	0,42	0,42	0,43	0,46	0,46
0,48	0,49	0,49	0,51	0,53	0,53	0,57	0,6	0,61	0,62	0,62	0,63
0,66	0,68	0,7	0,73	0,78	0,82	0,82	0,83	0,85	0,86	0,87	0,92
0,95	0,98	1,02	1,04	1,23	1,29	1,48	1,49	1,61	1,61	1,62	1,8
1,81	1,9	1,92	1,93	2,02	2,1	2,13	2,26	2,27	2,4	2,46	2,52
3,32	3,44	3,55	3,75	3,78	3,99	4,14	4,2	4,21	4,27	4,53	5,12
5,6	5,71	5,73	5,8	5,89	5,97	6	6,31	6,85	7,93	8,18	8,57
8,85	9,16	9,5	10,43	10,46	10,58	10,75	11,5	12,52	12,97	13,49	14,78
15,97	16,25	19,05	20,58	22,7	25,11	26,26	28,65	29,18	30,06	30,6	30,78
30,93	31,76	31,89	33,24	33,67	35,36	35,47	35,55	35,78	36	36,14	36,2
36,7	36,81	37,12	37,44	38,04	38,1	38,15	38,29	38,31	39,13	39,64	40,05
40,05	40,15	40,6	40,63	41,21	42,17	43,06	43,31	44,68	45,36	45,37	45,37
46,52	46,6	47,05	47,14	47,45	47,76	48,46	49,42	50,13	50,31	50,62	50,72
51,25	51,67	52,13	52,45	54,12	55,04	55,26	55,4	55,85	58,5	58,94	60,24
63,62	64,52	64,82	64,9	66,25	67,17	68,65	69,92				

Таблица Щ.18 Ранжирование вариант объединенного ряда, содержащего результаты измерений показателя массовой доли аэрозольных частиц ( $D(d_{PM10})$ , %) на двух территориях и расчет статистики по T-критерию Вилкоксона, 2020 год

ранги	1	2	3	4,5	4,5	6,5	6,5	8	9	10	11	12	
элементы выборок	0,008	0,03	0,04	0,05	0,05	0,07	0,07	0,08	0,1	0,11	0,12	0,13	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>13</b>
ранги	13,5	13,5	16	16	16	18	19,5	19,5	21	22	23	24	
элементы выборок	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,17	0,18	0,18	0,19	0,2	0,22	0,23	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>19,5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>19,5</b>						
ранги	25	26	27	28,5	28,5	30,5	30,5	32,5	32,5	34	35,5	35,5	
элементы выборок	0,26	0,27	0,28	0,32	0,32	0,38	0,38	0,42	0,42	0,43	0,46	0,46	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>35,5</b>	<b>35,5</b>	<b>71</b>							
ранги	37	38,5	38,5	40	41,5	41,5	43	44	45	46,5	46,5	48	
элементы выборок	0,48	0,49	0,49	0,51	0,53	0,53	0,57	0,6	0,61	0,62	0,62	0,63	Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	2	1	1	1	2	2	2	2	1	2	1	2	

<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>38,5</b>	<b>38,5</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>45</b>	<b>0</b>	<b>46,5</b>	<b>0</b>	<b>208,5</b>
ранги	<b>49</b>	<b>50</b>	<b>51</b>	<b>52</b>	<b>53</b>	<b>54,5</b>	<b>54,5</b>	<b>56</b>	<b>57</b>	<b>58</b>	<b>59</b>	<b>60</b>		
элементы выборки	0,66	0,68	0,7	0,73	0,78	0,82	0,82	0,83	0,85	0,86	0,87	0,92	Сумма рангов элементов первой выборки	
номера выборки	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1		
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>56</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>116</b>	
ранги	<b>61</b>	<b>62</b>	<b>63</b>	<b>64</b>	<b>65</b>	<b>66</b>	<b>67</b>	<b>68</b>	<b>69,5</b>	<b>69,5</b>	<b>71</b>	<b>72</b>		
элементы выборки	0,95	0,98	1,02	1,04	1,23	1,29	1,48	1,49	1,61	1,61	1,62	1,8	Сумма рангов элементов первой выборки	
номера выборки	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1		
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>66</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>69,5</b>	<b>0</b>	<b>72</b>	<b>207,5</b>	
ранги	<b>73</b>	<b>74</b>	<b>75</b>	<b>76</b>	<b>77</b>	<b>78</b>	<b>79</b>	<b>80</b>	<b>81</b>	<b>82</b>	<b>83</b>	<b>84</b>		
элементы выборки	1,81	1,9	1,92	1,93	2,02	2,1	2,13	2,26	2,27	2,4	2,46	2,52	Сумма рангов элементов первой выборки	
номера выборки	2	2	2	1	1	1	2	2	1	2	2	2		
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>76</b>	<b>77</b>	<b>78</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>81</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>312</b>	
ранги	<b>85</b>	<b>86</b>	<b>87</b>	<b>88</b>	<b>89</b>	<b>90</b>	<b>91</b>	<b>92</b>	<b>93</b>	<b>94</b>	<b>95</b>	<b>96</b>		
элементы выборки	3,32	3,44	3,55	3,75	3,78	3,99	4,14	4,2	4,21	4,27	4,53	5,12	Сумма рангов элементов первой выборки	
номера выборки	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2		





													выборки
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>181</b>	<b>182</b>	<b>183</b>	<b>184</b>	<b>185</b>	<b>186</b>	<b>187</b>	<b>188</b>	<b>189</b>	<b>190</b>	<b>191</b>	<b>192</b>	<b>2238</b>
ранги	<b>193</b>	<b>194</b>	<b>195</b>	<b>196</b>	<b>197</b>	<b>198</b>	<b>199</b>	<b>200</b>					
элементы выборок	63,62	64,52	64,82	64,9	66,25	67,17	68,65	69,92					Сумма рангов элементов первой выборки
номера выборок	1	1	1	1	1	1	1	1					
<b>Ранги вариант первой выборки</b>	<b>193</b>	<b>194</b>	<b>195</b>	<b>196</b>	<b>197</b>	<b>198</b>	<b>199</b>	<b>200</b>					<b>1572</b>
<b>Сумма рангов элементов первой выборки</b>													<b>13848,5</b>

## Приложение Э

(справочно)

### Акты внедрения

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ВолгГТУ

  
Кузьмин С.В.  
12 сентября 2022 г.



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель руководителя  
Межрегионального управления  
Федеральной службы по надзору  
в сфере природопользования  
по Астраханской и  
Волгоградской областям

  
Галушкин А.А.  
12 сентября 2022 г.



АКТ

#### о внедрении научно-исследовательской работы

Разработка Волгоградского государственного технического университета, а именно «*Научные основы технологии эколого-рекогносцировочного обследования территорий селитебных зон с использованием показателей аэрозолей*» внедрена в работу Межрегионального управления Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Астраханской и Волгоградской областям с целью рекогносцировочной оценки экологической ситуации территорий и прогнозирования источников загрязнения.

**Назначение внедряемой разработки** – повышение эффективности государственного экологического мониторинга на территории Волгоградской области.

**Вид внедрения** – технология эколого-рекогносцировочного обследования территорий селитебных зон с использованием показателей аэрозолей.

#### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ

**1. Экономический эффект** – достигается за счет сокращения времени поиска скрытых источников загрязнения территорий населенных пунктов,

Рисунок Э.1 (начало) – Акт о внедрении научно-исследовательской работы Межрегиональным управлением Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Астраханской и Волгоградской областям

использовании минимальных материальных и трудовых ресурсов, повышения эффективности государственного экологического мониторинга на территории Волгоградской области.

При этом ожидаемый годовой экономический эффект от применения новой технологии составит более 2750000 (два миллиона семьсот пятьдесят тысяч) рублей.

**2. Социальный эффект** – повышение качества жизни и уровня здоровья населения, развитие научных исследований и передовых технологий в области экологического мониторинга, закрепление приоритета России на данную разработку.

**От Заказчика**

Заместитель руководителя  
Межрегионального управления  
Федеральной службы по надзору  
в сфере природопользования  
по Астраханской и  
Волгоградской областям

 Галушкин А.А.

**От Исполнителя**

Зав.кафедрой БЖДСиГХ

 Азаров В.Н.

Ответственный исполнитель:

 доцент Глинянова И.Ю

Рисунок Э.1 (окончание) – Акт о внедрении научно-исследовательской работы Межрегиональным управлением Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Астраханской и Волгоградской областям

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор ВолгГТУ

13 сентября 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ:

 Директор МБУ  
 «Служба охраны  
 окружающей среды»

13 сентября 2022 г.

**АКТ****о внедрении научно-исследовательской работы**

Разработка Волгоградского государственного технического университета, а именно «*Научные основы технологии эколого-рекогносцировочного обследования территорий селитебных зон с использованием показателей аэрозолей*» внедрена в работу МБУ «Служба охраны окружающей среды» администрации городского округа г. Волжский для прогнозирования источников загрязнения селитебных зон прилегающих к границам г. Волжского.

Использование указанной разработки на территориях в окрестностях г. Волжского позволило обнаружить земельные участки с повышенным содержанием серы в почве (в 20 раз), что подтверждено специалистами филиала ЦЛАТИ по Волгоградской области совместно с инспекторами Межрегионального управления Росприроднадзора по Астраханской и Волгоградской области.

Данный факт свидетельствует о возможном очаге аномальных природных выбросов серосодержащих газов из локальных, активных геологических структур в исследуемом районе и загрязнения ими селитебных зон граничащих с восточной частью г. Волжского, что создает основу для осуществления перманентного мониторинга за данным земельным участком, который в настоящее время уже включен в маршрут экологического наблюдения со стороны МБУ «Служба охраны окружающей среды».

**Рисунок Э.2 (начало) – Акт о внедрении научно-исследовательской работы МБУ «Служба охраны окружающей среды» городского округа город Волжский Волгоградской области**

**Назначение внедряемой разработки** – повышение эффективности государственного экологического мониторинга на территории селитебных зон г. Волжского Волгоградской области и установление антропогенных и природных источников загрязнения атмосферного воздуха, в том числе серосодержащими продуктами и другими химическими соединениями.

**Вид внедрения** – технология эколого-рекогносцировочного обследования территорий селитебных зон с использованием показателей аэрозолей.

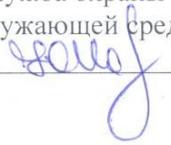
#### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ

**1.Экономический эффект** – достигается за счет сокращения времени поиска скрытых источников загрязнения территорий населенных пунктов, использовании минимальных материальных и трудовых ресурсов, повышения эффективности государственного экологического мониторинга на территориях, прилегающих к территории г. Волжского Волгоградской области.

При этом ожидаемый годовой экономический эффект составит более 1500000 рублей (один миллион пятьсот тысяч) рублей.

**2.Социальный эффект** – повышение качества жизни и уровня здоровья населения г. Волжского и других населенных пунктов Волгоградской области.

#### От Заказчика

Директор МБУ  
«Служба охраны  
окружающей среды»  
 Иодзевич Ю.А.

#### От Исполнителя

Зав. кафедрой БЖДСиГХ  
 Азаров В.Н.

Ответственный исполнитель:

 доцент Глинянова И.Ю

Рисунок Э.2 (окончание) – Акт о внедрении научно-исследовательской работы МБУ «Служба охраны окружающей среды» городского округа город Волжский Волгоградской области