

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование»
 Отделение школы геологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Эколога – геохимическая оценка территории города Йошкар – Ола по данным изучения снегового и почвенного покровов.

УДК 504.5:550.4:631.4 (571.1.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ81	Леухин Илья Владимирович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Языков Егор Григорьевич	Доктор геолого-минералогических наук, профессор.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой экологии почвоведения и природопользования ПГТУ	Гончаров Евгений Алексеевич	Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	Кандидат экономических наук, доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Скачилова Лариса Александровна	-		

По разделу «Часть диплома на иностранном языке»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Болсуновская Людмила Михайловна	Кандидат филологических наук, доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Барановская Наталья Владимировна	Доктор биологических наук, доцент		

Томск – 2020 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Планируемые результаты обучения по программе
05.04.06 «Экология и природопользование»

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по направлению подготовки (специальности)		
P1	Применять глубокие базовые и специальные, естественно-научные и профессиональные знания в профессиональной деятельности для решения задач, связанных с рациональным природопользованием и охраной окружающей среды	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1 (соотв. ОК-1 из ФГОС ВО), ОПК- 1, 2, 3, 6, 7, 8, ПК-1, 2, 4, 6, 10), CDIO Syllabus (1.1, 1.2, 2.2, 2.3, 2.4), Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.1-5.2.3., 5.2.5, 5.2.9), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов 26.008 «Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», 40.117 «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)», 40.133 «Специалист контроля качества и обеспечения экологической и биологической в области обращения с отходами»
P2	Разрабатывать природоохранные мероприятия, практические рекомендации по охране природы и обеспечению устойчивого развития, диагностировать проблемы охраны природы, проводить оценку воздействия планируемых сооружений на окружающую среду с учетом российских и международных стандартов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1 (соотв. ОК-1 из ФГОС ВО), УК-2 (соотв. ОК-2 из ФГОС ВО), ОПК- 2, 6, 7, 8, ПК - 2, 3, 4, 5, 6, 9), CDIO Syllabus (1.2, 2.1, 4.1, 4.3, 4.4), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.4, 5.2.7-5.2.8), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов 26.008 «Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», 40.117 «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)», 40.133 «Специалист контроля качества и обеспечения экологической и биологической в области обращения с отходами»
P3	Организовывать и проводить экологическую экспертизу различных видов проектного задания, осуществлять экологический аудит любого объекта, владеть основами проектирования	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1 (соотв. ОК-1 из ФГОС), УК-2 (соотв. ОК-2 из ФГОС), ОПК-6, 7, 8, ПК- 3, 4, 5, 7, 8, 9), CDIO Syllabus (2.1, 3.1, 3.2, 4.1, 4.3, 4.4, 4.7), Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.6, 5.2.10, 5.2.14-5.2.15), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов 26.008 «Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», 40.117 «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)», 40.133 «Специалист контроля качества и обеспечения экологической и биологической в области обращения с отходами»
P4	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, УК-5, ОПК-3, 5, 7, 9, ПК- 9, 10), CDIO Syllabus (2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 3.1, 3.2, 4.1, 4.7), Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.16), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов 26.008 «Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», 40.117 «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)»,

	организации	40.133 «Специалист контроля качества и обеспечения экологической и биологической в области обращения с отходами»
P5	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональном коллективе. Разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности в сфере охраны окружающей среды, в том числе на иностранном языке	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, УК-5, УК-6 (соотв. ОК-3 из ФГОС), ПК- 1, ПК-2, ПК-4, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-6, ОПК-8), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.12-5.2.16), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов 26.008 «Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», 40.117 «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)», 40.133 «Специалист контроля качества и обеспечения экологической и биологической в области обращения с отходами»
P6	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1 (соотв. ОК-1 из ФГОС), УК-6 (соотв. ОК-3 из ФГОС), ОПК-2, 3, 4, 5, 6, 8, ПК-1, 3, 4, 6, 10), CDIO Syllabus (2.2, 2.4, 2.5, 3.2, 3.3, 4.2), Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.13-5.2.16), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов 26.008 «Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», 40.117 «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)», 40.133 «Специалист контроля качества и обеспечения экологической и биологической в области обращения с отходами»

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 05.04.06 Экология и природопользование
 Уровень образования магистратура
 Отделение геологии
 Период выполнения осенний / весенний семестр 2018 /2019 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация
(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.05.2020г.
--	--------------

Дата контроля	Название раздела	Максимальный балл раздела
30.11.2019	Административно – географическая характеристика г. Йошкар – Олы	
10.12.2019	Геоэкологическая характеристика г. Йошкар – Олы	
20.12.2019	Методика исследования	
15.03.2020	Расчетная часть и обсуждение результатов	
26.03.2020	Социальная ответственность	
30.04. 2020	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
15.05. 2020	Оформление ВКР	

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Языков Егор Григорьевич	Доктор геолого-минералогических наук, профессор		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой экологии почвоведения и природопользования ПГТУ	Гончаров Евгений Алексеевич	Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Барановская Наталья Владимировна	Доктор биологических наук, доцент		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки 05.04.06. Экология и природопользование
Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) Барановская Н.В.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ81	Леухину Илье Владимировичу

Тема работы:

Эколого – геохимическая оценка территории города Йошкар – Ола по данным изучения снегового и почвенного покровов.

Утверждена приказом директора (дата, номер)

27.02.2020г., №58-46/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Сведения из литературных источников, данные по ранее проведенным работам, фондовые материалы результаты собственных научных исследований: пробы почв и снега, отобранные на территории г. Йошкар – Ола.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Обзор литературы по уровням накопления химических элементов в почвенном покрове. Изучение причин накопления и состава загрязнений снегового покрова города. Статистическая обработка результатов ИНАА и ААС. Проведение отбора проб снега, исследование пылеаэрозолей, расчёты рисков, сопряженных с загрязнением почв и снежного покрова.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Скачилова Лариса Александровна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Рыжакина Татьяна Гавриловна
Английский язык (Приложение А)	Болсуновская Людмила Михайловна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Ecological - geochemical assessment of the territory of Yoshkar - Ola according to the study of snow and soil cover.	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.10.2019
--	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Язиков Егор Григорьевич	Доктор геолого – минералогических		

Консультант

Доцент	Гончаров Евгений Алексеевич	Кандидат сельскохозяйственных наук		
--------	-----------------------------	------------------------------------	--	--

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ81	Леухин Илья Владимирович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ81	Леухину Илье Владимировичу

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Экология и природопользование

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчет сметной стоимости выполняемых работ, согласно применяемой техники и технологии Материально-технические ресурсы: 4 000 000 рублей Информационные ресурсы: фондовая литература Человеческие ресурсы: 2 человека
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций, нормы расхода материалов, инструмента и др.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Ставка налога на прибыль 20 %; Страховые взносы 30%; Налог на добавленную стоимость 20%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	1. Техно-экономическое обоснование целесообразности внедрения новой техники или технологии выполнения работ 2. Линейный график выполнения работ
2. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Расчет затрат на выполнение научных исследований

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Линейный календарный график выполнения работ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.05.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Трубникова Наталья Валерьевна	Доктор исторических наук, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ81	Леухин Илья Владимирович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ81	Леухину Илье Владимировичу

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Отделение Геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/ специальность	05.04.06 Экология и природопользован ие

Тема ВКР:

Эколога – геохимическая оценка территории города Йошкар – Ола по данным изучения снегового и почвенного покровов.	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>Объектом исследования служат данные полученные при анализе почв на территории Йошкар – Олы и твёрдый осадок снежного покрова.</i> <i>Исследуемые объекты несут в себе геоэкологическую информацию о составе и количестве загрязняющих веществ, закономерностях их распределения по территории города. В ходе работы проведена статистическая обработка данных, создан картографический материал, рассчитаны риски для здоровья населения, установлен минеральный состав твёрдого осадка снега.</i> <i>Область применения полученных данных: организации занятые мониторингом окружающей среды, государственные органы, строительные организации.</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	<i>1. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.</i> <i>2. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.</i> <i>3. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.</i> <i>4. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.</i> <i>5. СанПиН 2.2.4.1294-03. Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений. – М.: Госкомсанэпиднадзор России, 2003.</i>

	<i>6. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020)</i>
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<i>Основными вредными и опасными факторами для исследователя являются: 1. Отклонение параметров микроклимата в помещении. 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны. 3. Повышенный уровень шума 4. Электромагнитное поле Анализ выявленных опасных факторов при исследовании снегового покрова в лабораторных условиях: 1. Поражение электрическим током; 2. Пожароопасность</i>
3. Экологическая безопасность:	<i>Влияние объекта исследования при его изучении в лабораторных условиях крайне незначительное.</i>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<i>Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией является пожар на рабочем месте по причине короткого замыкания.</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

31.01.2020

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Скачкова Лариса Александровна	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ81	Леухин Илья Владимирович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа объёмом 152 страницы машинописного текста, состоит из 5 глав, заключения, включает в себя 51 таблицу 45 рисунков, одно приложение.

Ключевые слова: эколого – геохимическая оценка, городские территории, почва, снежный покров, пылеаэрозоли, содержание химических элементов, статистический анализ, риск.

Объектом исследования является территория города Йошкар – Ола.

Предметы исследования: снежный и почвенный покров города.

Цель работы: Проведение комплексной оценки состояния почвенного и снежного покрова Йошкар – Олы.

Материал для проведения работ: 76 проб почвенного покрова, отобранные в октябре – ноябре 2014 года, 6 проб снегового покрова, взятые в конце января 2019 года. Пробы почвы отобраны по километровой сетке со всей территории объекта исследования, пробы снежного покрова взяты методом шурфа с каждой функциональной зоны города. Работы по отбору проб снега осуществлялись автором, взятие проб почвы происходило также при его непосредственном участии.

Для определения содержания элементов в почвах использовались методы ИНАА, ААС в аккредитованных лабораториях ФГБОУ ВО ПГТУ, определение минерального состава проходило на базе кафедры Геоэкологии и геохимии ТПУ методами оптической микроскопии и рентгенофазового анализа.

На основе результатов аналитических работ была определена пылевая нагрузка, рассчитаны риски для населения, исходящие от почвенного покрова. Путём статистического анализа установлены некоторые факторы, влияющие на распределение элементов в почве, построены схемы упрощённого

функционального зонирования города, определены основные свойства территории города, как геохимической совокупности.

Касательно атмогеохимической составляющей работы, был определен минеральный состав пылеаэрозолей, процентное соотношение содержащихся фракций. Данный вид работ для объекта исследования осуществлён впервые.

Полученные в ходе работы данные могут быть использованы научными и проектными организациями, государственными структурами при принятии управленческих решений. Таким образом результаты исследования важны как для науки, так и для экономики региона.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ГОСТ – государственный стандарт;

ИШПР – Инженерная школа природных ресурсов;

МИНОЦ – Международный инновационный научно-образовательный центр;

НДС – налог на добавочную стоимость;

НИ ТПУ – Национальный исследовательский Томский политехнический университет;

НОЦ – научно-образовательный центр;

НПБ – нормы пожарной безопасности;

ОГ – Отделение геологии;

ООО – общество с ограниченной ответственностью;

ПК – персональный компьютер;

ПО – программное обеспечение;

СанПиН – санитарно-эпидемиологические правила и нормы;

СНиП – строительные нормы и правил

ЧС – чрезвычайная ситуация;

ЭМП – электромагнитное поле.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	16
1. Административно – географическая характеристика города Йошкар – Ола	18
1.1. Географическое расположение города Йошкар – Ола.	18
1.2. Климат Йошкар – Олы	19
1.3. Геологическое строение г. Йошкар – Олы.....	21
1.4. Почва	24
1.5. Поверхностные и подземные воды.....	26
1.6. Геоэкологическая характеристика Йошкар – Олы	26
1.7. Литературный обзор.....	30
2. Методика проведения эколого – геохимических работ на территории горда Йошкар – Ола.	32
2.1. Атмогеохимические методы	33
2.2. Исследование почвенного покрова	35
2.3. Методы камеральной обработки данных	37
3. Эколого-геохимическая оценка территории.....	39
3.1. Пылевая нагрузка и минерально-вещественный состав твердого осадка снега	39
3.2. Геохимическая характеристика почвенного покрова.....	45
3.3. Оценка риска для населения	62
Заключение	73
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ..	74
4.1 Предпроектный анализ.....	74
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследований	74

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	75
4.1.3 SWOT – анализ.	78
4.1.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации.	82
4.1.5. Методы коммерциализации результатов научно – технического исследования.	84
4.2 Инициация проекта	84
4.2.1 Цели и результат проекта.....	84
4.2.2. Организационная структура проекта.	85
4.2.3. Ограничения и допущения проекта.....	86
4.3 Планирование управления научно-техническим проектом	87
4.3.1 Иерархическая структура работ проекта	87
4.3.2. План проекта.....	88
4.4. Бюджет научного исследования	90
4.4.1. Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	92
4.4.2. Расчет основной заработной платы	92
4.4.3. Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала	94
4.4.4. Отчисления на социальные нужды.....	95
4.4.5. Накладные расходы	95
4.4.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта ..	95
4.5 Организационная структура проекта	96
4.5.1 План управления коммуникациями проекта.....	96
4.5.2. Реестр рисков проекта	97

4.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности	98
4.6.1 Оценка абсолютной эффективности исследования	98
4.6.2 Чистая текущая стоимость (NPV).....	98
4.6.3 Индекс доходности (PI).....	100
4.6.4 Внутренняя ставка доходности (IRR).....	100
4.6.5 Дисконтированный срок окупаемости	102
4.6.6 Оценка сравнительной эффективности исследования	103
Глава 5 Социальная ответственность при эколого - геохимической оценке территории города Йошкар – Ола по данным изучения и снегового и почвенного покровов.	107
5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	108
5.1.1. Требования к помещениям для работы с персональным компьютером, лабораторными приборами.....	108
5.1.2. Требования в области эксплуатации персонального компьютера.....	110
5.2. Производственная безопасность	112
5.2.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования	112
5.2.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований	112
5.3. Экологическая безопасность.	117
5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	118
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА	120
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	121
Приложение А	130

ВВЕДЕНИЕ

В России более двух третей населения страны постоянно проживает в городах. От состояния компонентов окружающей среды на урбанизированных территориях зависит жизнь и здоровье большей части россиян. Из этого вытекает потребность в достоверных сведениях о состоянии различных компонентов окружающей среды и их экологической безопасности.

Территории городов подвергаются мощной антропогенной нагрузке, основными причинами которой являются автотранспорт, промышленность, строительные работы. В этой связи в почвах и снеговом покрове городов накапливается колоссальное количество загрязняющих веществ в виде пылеаэрозолей. Необходимо учитывать роль природных процессов: различные типы эрозии почв, рассеяние и концентрация загрязняющих веществ в определенных участках города, их взаимосвязь с формами рельефа и риски, сопряженные с загрязнением компонентов среды.

Объектом исследования является территория города Йошкар-Ола. Предметами исследования служат снежный и почвенный покров города. Будет изучено содержание различных химических элементов в почве, а также твёрдый осадок снега, выделены закономерности распределения химических элементов в почвах, произведен расчёт пылевой нагрузки на различных функциональных зонах города и оценка рисков для населения.

Цель: Провести комплексную оценку состояния почвенного и снегового покрова на территории г. Йошкар – Олы

Задачи:

Изучить литературу по теме исследования

Отобрать пробы снегового покрова

Исследовать минеральный состав пылеаэрозолей

Осуществить статистическую обработку данных, полученных при изучении почв города

Оценить риски для населения, исходящие от почвенного покрова.

Новизна работы заключается в получении новой и обработке ранее полученной информации о состоянии почвенного и снегового покрова с территории г. Йошкар – Олы в условиях антропогенной нагрузки. Рассчитаны статистических параметров, характеризующих факторы накопления ряда химических элементов в почвах города на основе результатов анализов, проведенных методом инструментального нейтронно – активационного анализа (ИНАА) и пламенной атомно – абсорбционной спектроскопии (ПААС). Определен минеральный состав твердого осадка снега, так как ранее он не изучался.

Личный вклад автора в работу заключается в отборе и подготовке проб снегового покрова к анализу. Определение минерального состава методом оптической микроскопии, обработка полученных результатов, в том числе и полученных методом рентгенофазового анализа. Также автором была проведена статистическая обработка данных по почвенному покрову, осуществлен расчёт рисков, связанных с загрязнением почвы и снегового покрова.

Материалы исследовательской работы были представлены на Международных симпозиумах имени академика М.А. Усова в 2019-2020 годах и на IX Всероссийской с международным участием научно – практической конференции «Природопользование и охрана природы: Охрана памятников природы, биологического и ландшафтного разнообразия Томского Приобья и других регионов России» в городе Томске.

Автор выражает благодарность научному руководителю профессору, доктору геолого – минералогических наук Е.Г. Языкову, также доценту, кандидату сельскохозяйственных наук Е.А. Гончарову, доценту, кандидату геолого – минералогических наук А.В. Таловской за помощь в освоении методики изучения твердого осадка снега, профессору, доктору геолого – минералогических наук Л.П. Рихванову, за критику и ценные советы. Автор благодарен всему коллективу отделения геологии за ценные советы, поддержку, и всестороннюю помощь в написании магистерской диссертации.

1. Административно – географическая характеристика города Йошкар – Ола .

1.1. Географическое расположение города Йошкар – Ола.

Йошкар – Ола – столица Республики Марий Эл, находящейся в восточной части Восточно-Европейской равнины (координаты – $56^{\circ}38'$ с.ш., $47^{\circ}52'$ в.д.), в 50 км к северу от реки Волги, на ее левом притоке – реке Малая Кокшага в 862 км. к востоку от Москвы [54]. Город расположен в пределах Медведевского района, занимательно, что Малая Кокшага разделяет Марий Эл примерно на две равные части в западно – восточном направлении, это позволяет городу связывать воедино всю инфраструктуру региона.

Расположение города и региона показано на рисунке 1.

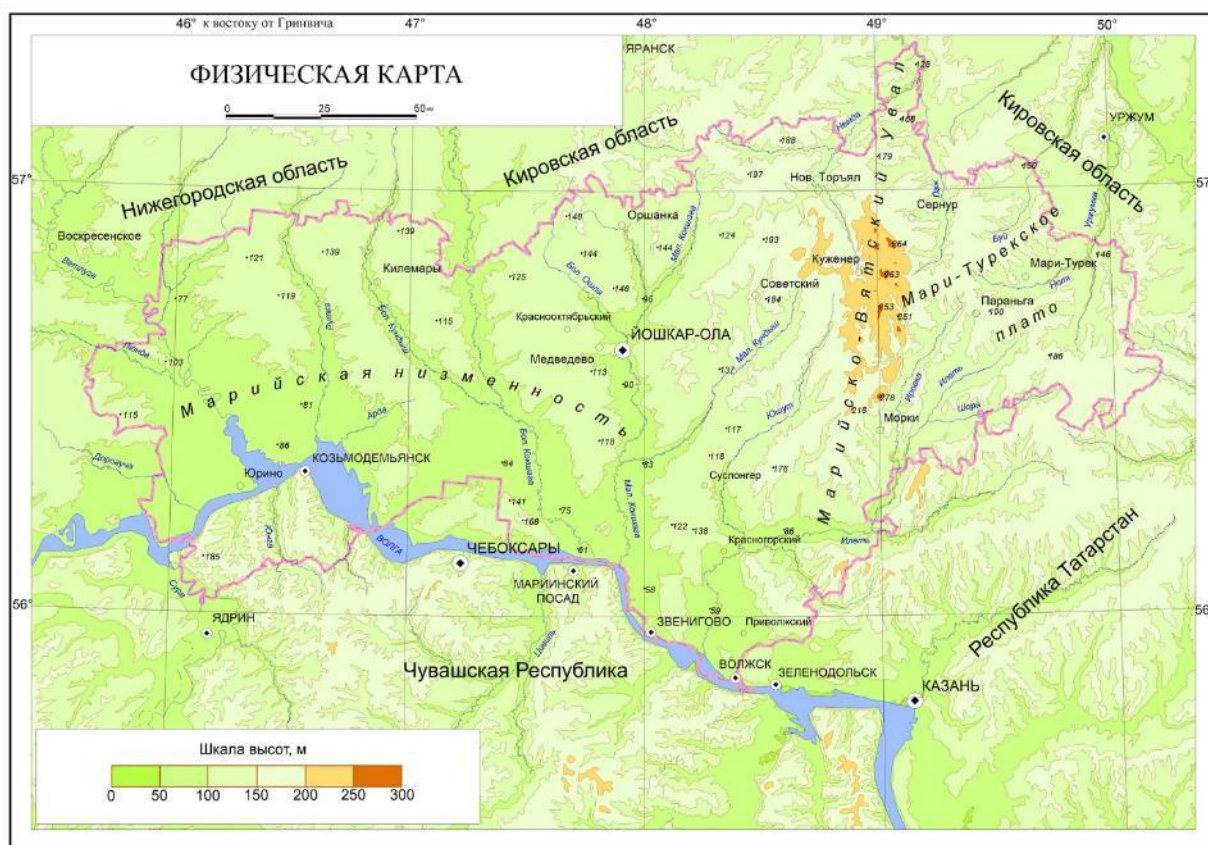


Рисунок 1. – Географическое положение Йошкар – Олы

Численность населения Йошкар – Олы на 1 января 2020 года составляла 274715 человек [55], что составляет 40,43% от численности населения Республики Марий Эл. Регион граничит с севера и северо – востока с Кировской областью, с запада с Нижегородской областью, с юга с Чувашской

Республикой, с юго – востока находится граница с Татарстаном. Все важные транспортные магистрали в федерального масштаба идут по периферии Республики. Транспортная инфраструктура тоже развита слабо: основная железная дорога в республике (Зеленый Дол – Яранск) является тупиковой, одноколейной и неэлектрифицированной. Единственный аэропорт, находящийся в г. Йошкар-Оле, не имеет регулярного авиасообщения [56].

1.2. Климат Йошкар – Олы

Город Йошкар-Ола расположен в умеренном климатическом поясе в пределах умеренно-континентального типа климата; имеет выраженные четыре времени года, с теплым летом и умеренно-холодной зимой [54]. Основные климатообразующие факторы: солнечная радиация, подстилающая поверхность, циркуляция атмосферы. Солнечная радиация является основным источником энергии природных процессов и явлений. Атмосферная циркуляция характеризуется действием в течение 165 дней циклонических и 155 дней антициклонических барико-циркуляционных образований. Преобладают воздушные массы умеренных широт, переносимые господствующими юго-западными ветрами (рисунок 2) [57].



Рисунок 2 – Направление ветров в Йошкар-Оле [57].

Средняя скорость ветра в год достигает 4-5 м/с. В теплый период года преобладают северо-восточные, северные, северо-западные и западные ветры, а в холодный период – южные, юго-западные и юго-восточные. Средняя годовая температура воздуха в городе составляет 3,2°С; средние температуры января -12,4°С, июля +18,6°С; зарегистрированы максимальная +40°С (2010

г.) и минимальная -47°C (1978 г.) температуры. Территория Республики Марий Эл относится к зоне неустойчивого увлажнения. [1,2]. Среднее годовое количество атмосферных осадков (рисунок 4) составляет 520-550 мм. В теплый период (апрель-октябрь) выпадает 360-380 мм с максимумом 60-70 мм в июне-июле. В холодный период (ноябрь-март) выпадает 150-180 мм с минимумом в феврале 22-30 мм [57]. Среднегодовая относительная влажность воздуха находится в пределах 74-78%, максимума она достигает в октябре – январе (83-86%), минимума в мае-июне (66-68%) [57].

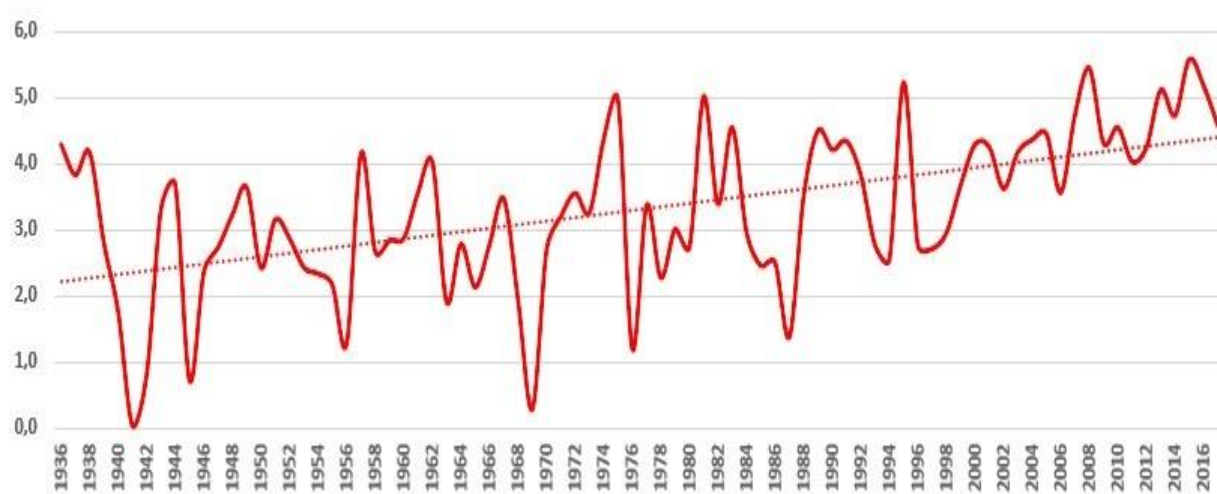
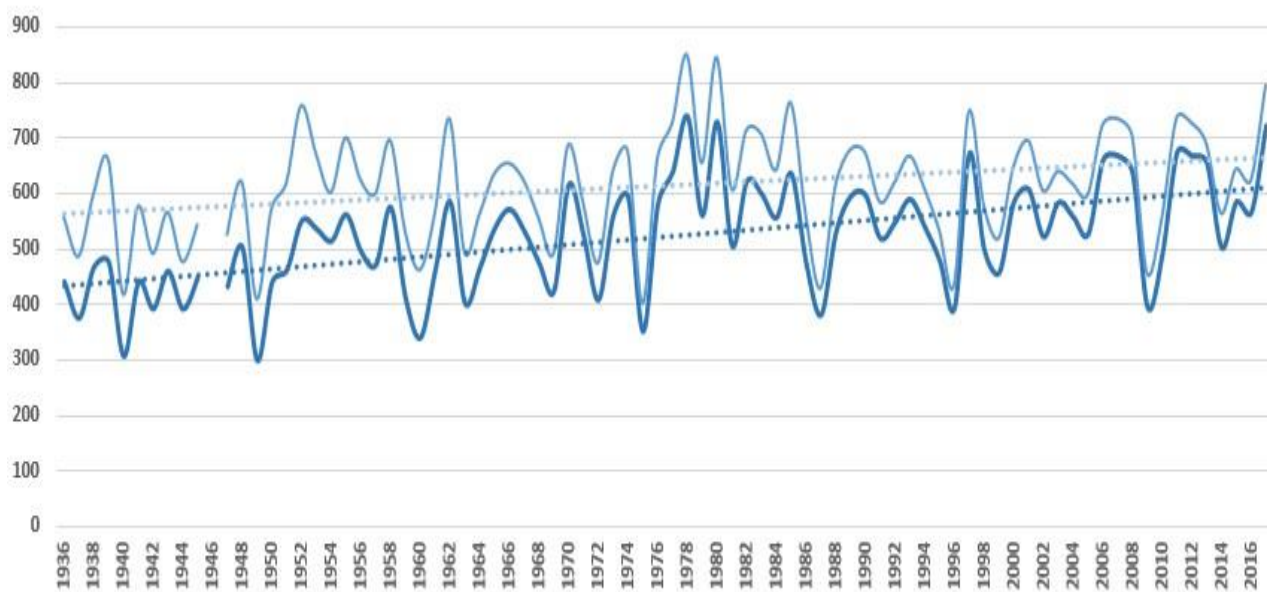


Рисунок 3 – Динамика среднегодовой температуры по метеостанции г. Йошкар-Олы [57].



Примечание: нижняя линия – сумма осадков по данным наблюдений, с 1966 г. – данные наблюдений с учетом

поправки на смачивание; верхняя линия – месячная сумма осадков с устранением систематических погрешностей осадкомерных приборов.

Рисунок 4 – Динамика годовой суммы осадков по метеостанции г. Йошкар-Олы [57].

Высота снежного покрова составляет в среднем 35-50 см. Устойчивый снежный покров лежит в среднем 155 дней. Вегетационный период продолжается 126-128 дней. Климатические особенности территории, на которой расположен город Йошкар-Ола, благоприятны для произрастания пород деревьев и кустарников, встречающихся в умеренных широтах [2].

1.3. Геологическое строение г. Йошкар – Олы.

Город Йошкар-Ола находится на территории Оршанско-Кокшагской равнины, которая в тектоническом отношении занимает зону Чебоксарского прогиба и западное крыло Марийско-Вятского Увала. Часть города находится в пойме реки Малая Кокшага и на ее террасах, у реки отмечаются наименьшие высоты. Перепад высот от 87 до 110 м, уклоны поверхности 0,5-1,5° [58].

Ввиду небольшого размера субъекта, столицей которого является Йошкар – Ола есть смысл сказать о геологическом строении территории Республики Марий Эл, поскольку эти данные более свежие и дают более полное представление о коренных породах на изучаемой территории.

Согласно данным Атласа Республики Марий Эл, геология субъекта Федерации имеет различный генезис. Эоплейстоценовые отложения распространены на небольших площадях в междуречьях Волги и Ветлуги, Ветлуги и Рутки, Малой Кокшаги и Илети и представлены песками, глинами и суглинками аллювиального генезиса мощностью до 23 м. На земную поверхность выходят только близ д. Бизергуб у южной границы с Республикой Татарстан. Наиболее широким площадным развитием характеризуются гляцилимнические и флювиогляциальные отложения донского оледенения, представленные кварцевыми песками с сильно изменчивой мощностью, с линзами и прослоями суглинков и глин, часто загрязнёнными глинистыми и органическими примесями, распространёнными в восточной части республики и аллювиальные отложения мучкапского-окского горизонтов, представленные довольно однородной толщей песков мощностью до 25 м, распространённые в центральной и восточной частях республики [59].

На кристаллическом фундаменте, который залегает на глубине от 1500 до 2000 м, в течение длительного времени сформировалась мощная толща осадочных отложений. Оршанско-Кокшагская равнина, сложена глинами, мергелями и песчаниками татарского яруса, перекрываемыми покровными суглинками разной мощности. На территории города они не выходят на поверхность, так как перекрыты осадочными отложениями, которые являются материнской породой для почв города, и источником минеральных веществ для зеленых насаждений. [58].

Геологическая карта Республики Марий Эл представлена на рисунке 5.

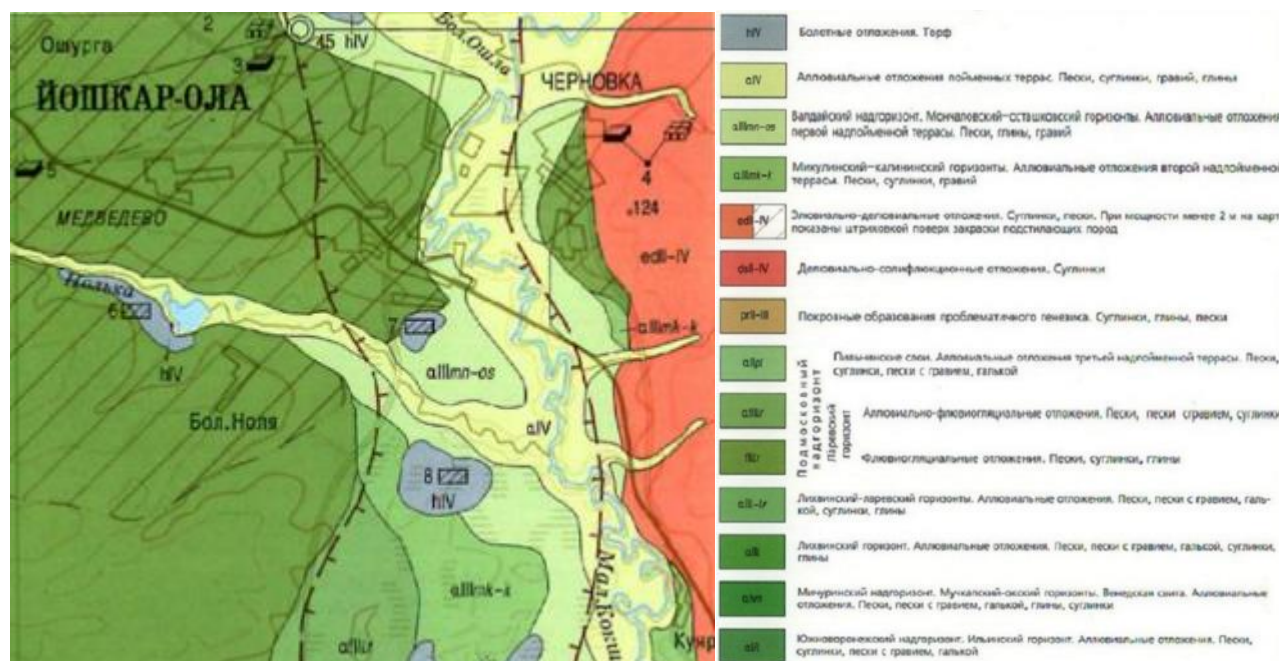


Рисунок 5 – Геологическое строение Йошкар-Олы [3].

Исходя из данных Национальной геологической карты (рис. 2), можно сделать вывод, что материнские породы Йошкар-Олинских почв сложены в основном элювиально-делювиальными отложениями подмосковного горизонта (пески). По берегам Кокшаги аллювиальными отложениями пойменных террас, а в восточной части делювиально-солифлюкционными отложениями. Рельеф широко-волнистый, среднерасчленённый со зрелыми и широкими долинами рек. Сложен верхнепермскими глинами и мергелями татарского яруса, прикрытых покровными структурными глинами и суглинками; последние нередко переходят в древнеаллювиальные супеси. [59]. Основная информация о рельефе города отражена на рисунке 6.

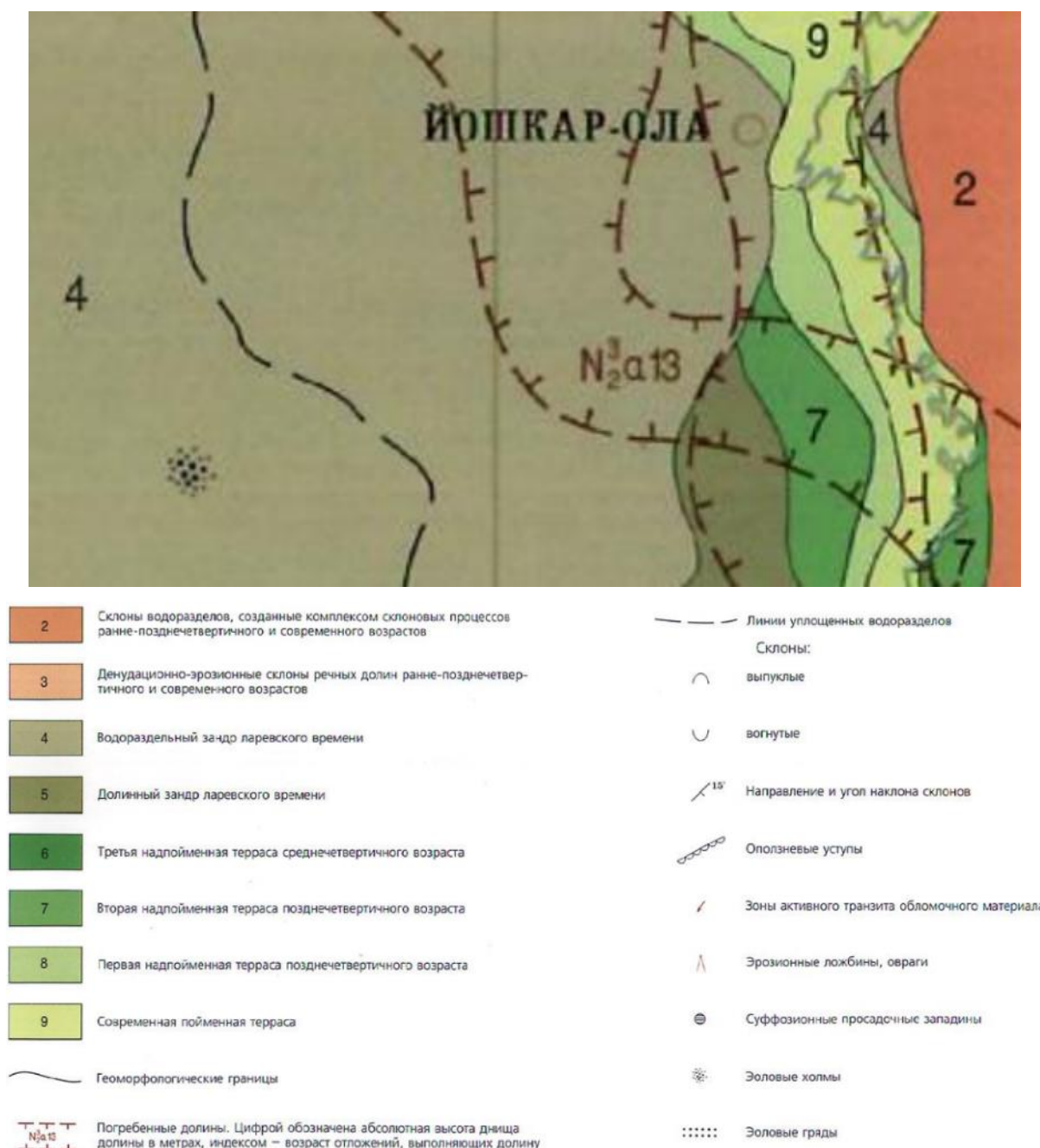


Рисунок 6 – Геоморфологическое строение Йошкар-Олы [3].

1.4. Почва

В Марий Эл распространены дерново-подзолистые малогумусные почвы, суглинистые на покровных структурных глинах и суглинках, часто подстилаемых древнеаллювиальными супесями; занимают главным образом выровненные участки и верхние части склонов. В плоских понижениях встречаются дерново-подзолистые среднегумусные (темноцветные подзолистые) суглинистые почвы грунтового увлажнения. Содержание гумуса

2,3-5,5%, подвижного фосфора 30-50 мг/кг, калия 60-110 мг/кг, сумма обменных оснований 8,0-20,5 мг-экв/100 г почвы [60].

Вместе с тем следует понимать, что городские почвы обладают рядом специфических свойств. Общие черты городских почв следующие:

- материнская порода – насыпные, намывные или перемешанные грунты или культурный слой;
- включения строительного и бытового мусора в верхних горизонтах;
- нейтральная или щелочная реакция (даже в лесной зоне);
- высокая загрязненность тяжелыми металлами (ТМ) и нефтепродуктами;
- особые физико-механические свойства почв (пониженная влагоемкость, повышенная объемная масса, уплотненность, каменистость);
- рост профиля вверх за счет постоянного привнесения различных материалов и интенсивного эолового напыления . [4].

Можно выделить некоторые группы городских почв: естественные ненарушенные, сохраняющие нормальное залегание горизонтов естественных почв (почвы городских лесов и лесопарков); естественно-антропогенные поверхностно преобразованные, почвенный профиль которых изменен в слое мощностью менее 50 см; антропогенные глубокопреобразованные почвы, формирующиеся на культурном слое или насыпных, намывных и перемешанных грунтах мощностью более 50 см, в которых произошла физико-механическая перестройка профилей или химическое преобразование за счет химического загрязнения; урботехноземы – искусственные почвогрунты, созданные путем обогащения плодородным слоем, торфо-компостной смесью насыпных или других свежих грунтов. В городе Йошкар-Оле, в Заречной части города, целый микрорайон (Сомбатхей) построен на искусственном грунте – песке, который намыт со дна р. Малая Кокшага, толщина грунта достигает до 6 м [58].

Таким образом развитие почв на территории Йошкар – Олы обусловлено множеством факторов и антропогенных процессов, а структура города отличается сложностью и неоднородностью, что в очередной раз указывает на

необходимость изучения Йошкар – Олы как целостной геоэкологической структуры.

1.5. Поверхностные и подземные воды

В границах города Йошкар-Олы протекают реки Малая Кокшага, Шойка и Ошла, сброс ливневых и талых вод осуществляется также в реку Нолька, протекающую по территории Медведевского района. Длина реки Малая Кокшага (водохранилище) в черте города составляет 6,5 км. Питание рек смешанное. Основное питание (более 50%) идет за счет талых снеговых вод. Водный режим рек характеризуется высоким весенним половодьем, наличием летней и зимней межени. Весной в период таяния снежного покрова уровень воды в реках резко повышается. Реки имеют устойчивый ледяной покров. Ледостав устанавливается обычно во второй половине ноября. Вскрытие рек происходит в середине апреля.

На территории города Йошкар-Олы основными источниками водоснабжения являются подземные воды. Среднесуточное водопотребление подземных вод на одного жителя города составляет 268 литров, при нормативном 200-220 литров. На территории города актуальной проблемой является проблема подтопления пригорода – с. Семеновки (р-н ул. Садовой), Заречной части города, особенно ее северо-восточной части, части прибрежной территории, особенно в районе ул. Чапаева и Луговой, в меньшей степени – других территорий [2].

1.6. Геоэкологическая характеристика Йошкар – Олы

Йошкар – Ола значимый транспортный и промышленный узел в масштабах Поволжского федерального округа, обладающий мощным промышленным потенциалом. Это значит, что территория города подвергается значительному антропогенному воздействию. Почва глубоко преобразована, ландшафты сильно изменены, широко развиты процессы водной и ветровой эрозии.

Из негативных факторов, оказывающих наибольшее влияние на жизнь и здоровье населения, а также попадающих под область нашего исследования являются выбросы в атмосферный воздух, так как снежный покров является транзитной сорбирующей средой для загрязнителей в зимний период, а почвы и почвогрунты становятся депонирующей средой для загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду круглый год. Перечень основных предприятий города приведён в таблице 1.

Таблица 1. – Перечень основных предприятий городского округа "Город Йошкар-Ола" [61].

Отрасли	Крупнейшие предприятия города
Машиностроение и металлообработка	АО "Марийский машиностроительный завод", АО СКБ "Хроматэк", АО ОКТБ "Кристалл", ООО "Объединение Родина", АО "Компания "Полюс"
Легкая промышленность	АО работников "Народное предприятие Завод Искусственных Кож", ООО "Мода", ООО "Маритекс", АО "Йошкар-Олинская обувная фабрика", ООО "КМФ "Маритал"
Пищевая промышленность	ООО "Русь-Бейкери" (завод по изготовлению замороженных хлебобулочных полуфабрикатов), Йошкар-Олинский консервный завод, ООО "Республиканский молочный завод", ЗАО "Йошкар-Олинский мясокомбинат", АО "Йошкар-Олинская кондитерская фабрика", ООО "Махаон", ООО "Диана К", АО "Сладкий остров", АО "Йошкар-Олинский комбинат хлебопродуктов", ООО Фирма "Сувенир"
Производство электронного оборудования	ООО "Ната-Инфо", ООО "Аранеус"
Производство мебели и стройматериалов	АО "Маригражданстрой", АО "Гардиан Доз", АО "Портал", АО "Стройкерамика", ООО "Тиара", ООО "Йошкар-Олинское УПП ВОС", ООО "Муромец", ООО "Гардиан Доз", ОАО "Йошкар-Олинский мебельно-зеркальный комбинат", ООО "Дельтастрой", АО "Железобетонные Конструкции"
Химическая промышленность	ООО "НПФ Генникс", ООО Завод порошковых изделий "Купол"

Лесная промышленность	ООО "Вулкан"
Фармацевтическая промышленность	АО "Марбиофарм"
Полиграфическая промышленность	АО "Стезя", ООО Фирма "Принтстайл"

Предприятия размещены в определенных зонах города, что позволяет принимать более эффективные меры по защите окружающей среды.

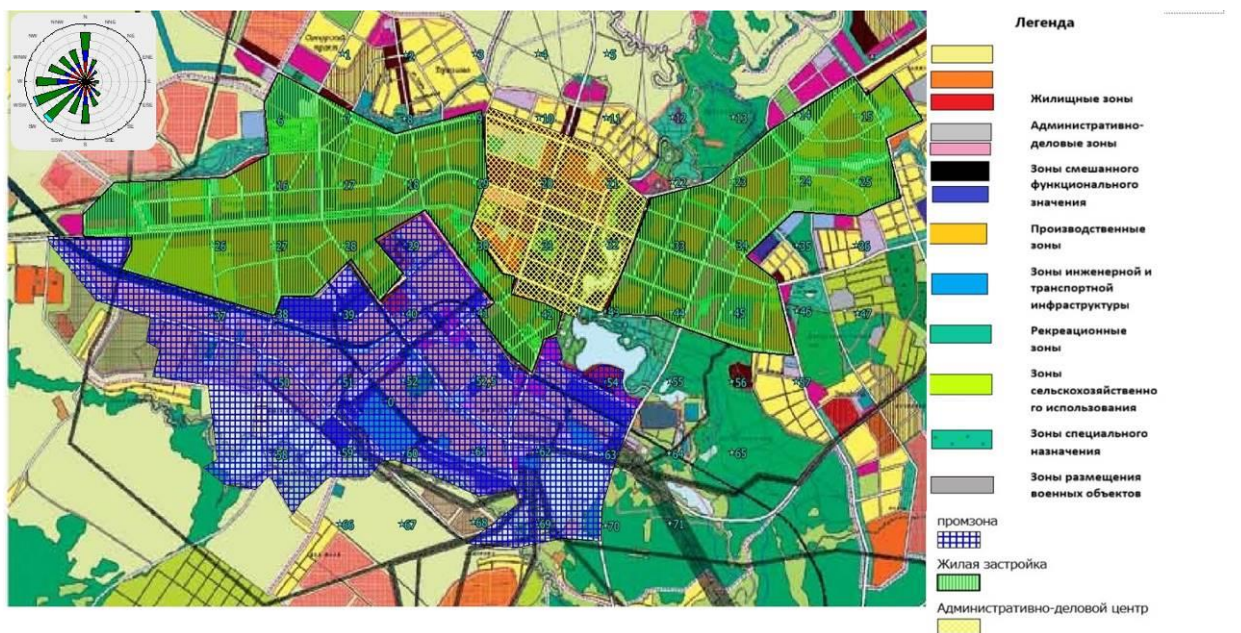


Рисунок 7. – Упрощенная схема функционального зонирования
г. Йошкар – Олы.

По данным Доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Республики Марий Эл в 2019 году доля выбросов в атмосферу города, превышающих предельно допустимые значения составляет менее 1%. Более подробно значения эти цифры описаны в таблице 2 [62].

Таблица 2 – Состояние загрязнения атмосферного воздуха выбросами от автотранспорта в г. Йошкар-Оле и г. Волжске Республики Марий Эл (удельный вес проб с превышением НДК, в %)

Ингредиенты	г. Йошкар-Ола		г. Волжск		Республика Марий Эл	
	2017 г.	2018 г.	2017 г.	2018 г.	2017 г.	2018 г.
Пыль	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Диоксид серы	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Сероводород	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Оксид углерода	0,4	0,2	0,0	0,0	0,3	0,1
Окислы азота	0,8	0,7	0,0	0,0	0,8	0,4
Углерод	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Всего	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

В периоды наименьшей интенсивности транспортного потока (вечерние и ночные часы) превышений ПДК по указанным показателям не обнаружено.

По результатам лабораторных исследований факторов среды обитания, проводимых в рамках системы государственного мониторинга, на территории Йошкар – Олы в 2019 г. не выявлено высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха населённых мест, питьевой воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, почвы, продуктов питания и продовольственного сырья, а также радиационного загрязнения; в 2016–2019 гг. не зарегистрировано случаев экологически обусловленных заболеваний, связанных с загрязнением окружающей среды, за исключением эндемических заболеваний, обусловленных природным недостатком йода (болезни щитовидной железы). Результаты мониторинга атмосферного воздуха указывают на благополучную экологическую ситуацию в республике, отсутствие аварийных сбросов и выбросов загрязняющих веществ. Основным источником загрязнения атмосферного воздуха в республике является автотранспорт [62].

Таким образом город является экологически благополучным.

1.7. Литературный обзор

Имеет смысл сказать почему вообще в качестве изучаемых компонентов окружающей среды были избраны почва и снежный покров. Количество содержащихся ТМ в этих фазах различно: наибольшая часть металлов (до 90% и более) концентрируется в твердой фазе, в то время как на жидкую приходится не более 10% [5,6]. Почва же является долговременной депонирующей средой, концентрирующей в себе большое количество загрязняющих веществ и хранящее их там продолжительный промежуток времени (несколько лет). Это даёт нам возможность отслеживать как изменяется интенсивность поступления загрязняющих веществ с течением времени, при многолетнем мониторинге изучение почвенного покрова позволяет оценивать эффективность тех или иных природоохранных мер.

Что касается снегового покрова, то эта субстанция является транзитной средой для загрязняющих веществ, находящихся в атмосфере. За счёт большей площади по отношению к дождевой капле, снежинка способна сорбировать большее количество загрязняющих веществ, что является очередным аргументом в пользу изучения снегового покрова, как более точного показателя загрязнённости атмосферы.

Изучению почв города уже посвящён ряд исследований [7,8,9]. В работе [7] описывались закономерности распределения мышьяка в почвах города, в исследовании [8] речь шла о накоплении ряда тяжёлых металлов, содержания которых были определены методом пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии: Pb, Ni, Zn, Cd, Cu, Co согласно ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.36-2002[19]. А в работе [9] описываются результаты изучения почв города методом ИНАА.

Также в работе Границы Ю.В. [63] был изучен состав снеготалых вод с территории города, а в труде Мартыновой М.В. [64] исследован газовый состав атмосферы.

Также очень подробно снежный покров изучался в Сибири. Большую роль в этом сыграли труды А.В. Таловской [65], Е.Г. Язикова.

Нельзя обойти вниманием труды, посвящённые изучению снежного покрова Москвы. Наиболее подходящей работой для примера была избрана статья Касимова Н.С. [66]

Вместе с тем при выборе объекта сравнения стоит руководствоваться геоэкологическими характеристиками: климатом, геологическими, ландшафтными и климатическими условиями, а также перечнем загрязнений, присутствующих в атмосфере изучаемых городов. Если делать выбор по этим параметрам, то в качестве объекта сравнения нам больше подходит ВАО Москвы.

2. Методика проведения эколого – геохимических работ на территории горда Йошкар – Ола.

Отбор проб снежного покрова проводился в конце февраля 2019 года в шести точках опробования в различных функциональных зонах города с целью установления пылевой нагрузки, определения минерального состава пылеаэрозолей.

Пробоподготовка осуществлялась путём выделения твёрдого осадка снега, потом определялся минеральный состав пылеаэрозолей методом оптической микроскопии и рентгенофазового анализа.

На этапе камеральной обработки данных была определена пылевая нагрузка, обработаны результаты исследования почв, отбор которых осуществлялся в 2014 году на территории Йошкар – Олы. Определены риски, исходящие от почв и снежного покрова для жизни и здоровья населения.

Карта отбора проб почв и снега изображена на рисунке 8.

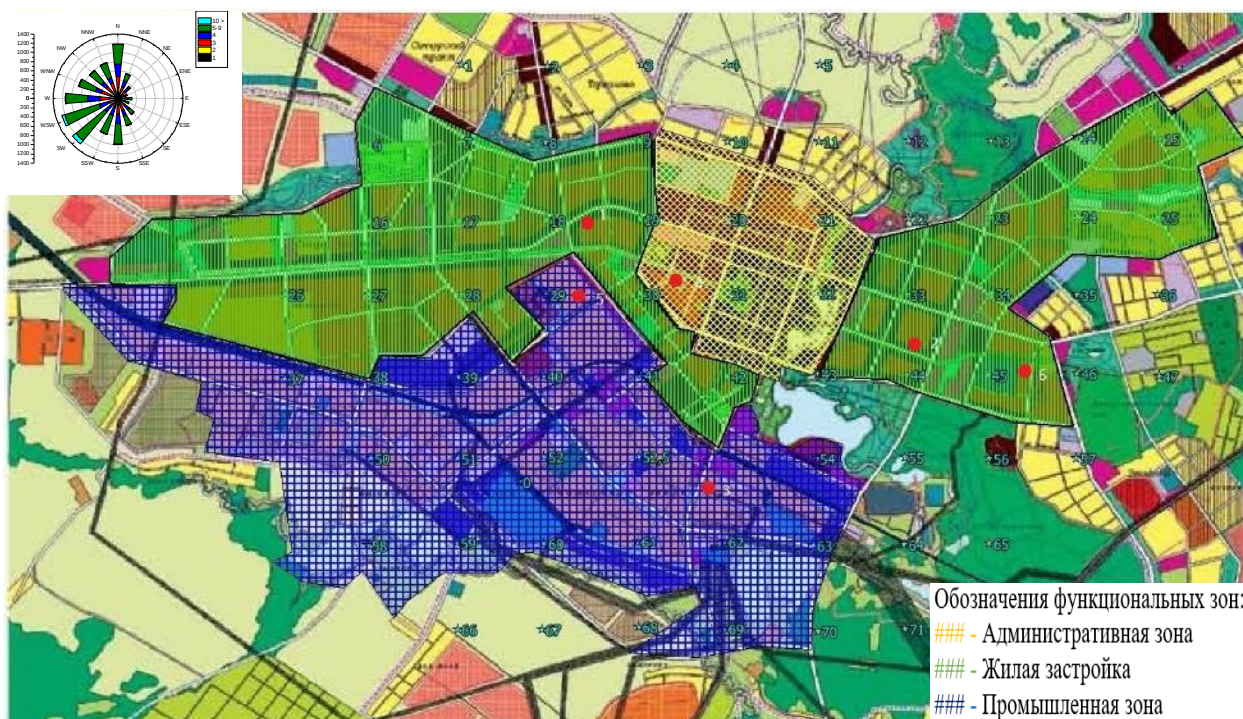


Рисунок 8 – Схема отбора проб снега с привязкой к функциональному зонированию города и сетке отбора проб почвы.

Всего в ходе полевого этапа исследования было отобрано 76 проб почвы, 6 проб снежного покрова.

2.1. Атмогеохимические методы

Атмогеохимический метод исследований (снеговая геохимическая съёмка) применялся для изучения пылевой нагрузки и особенностей вещественного состава пылеаэрозольных выпадений на территории города.

Изучение пылеаэрозолей осуществлялось путем отбора проб снега. Все работы по отбору и подготовке снеговых проб выполнялись с учетом методических рекомендаций, приводимых в работах В.Н. Василенко и др. [67].

Методических рекомендаций ИМГРЭ [68] и с учетом руководства по контролю загрязнения атмосферы РД 52.04.186–89 [20]. Кроме того, исследования также проводились на основе многолетнего практического опыта экологогеохимических исследований на территории Западной Сибири.

Пробы **отбирались** из шурфов на всю мощность снежного покрова, за исключением пятисантиметрового слоя над почвой, во избежание загрязнения проб литогенной составляющей во время формирования снегового покрова. При опробовании снегового покрова на всю его мощность результаты особенно представительны, поскольку исключают вариации (флуктуации направления ветра, непостоянство выбросов) и дают средневзвешенную величину загрязнения, усредненную естественным путем за продолжительный период времени – с момента снегостава до момента отбора [10]. При отборе проб снега измеряли площадь и глубину шурфа, а также фиксировали время (в сутках) от начала снегостава. Вес пробы – 10–15 кг. В нашем случае вес пробы составлял 20 килограмм из-за предполагаемо низкой пылевой нагрузки. Отбор снега даёт возможность провести отдельный анализ снеговой воды и твёрдого осадка, который состоит из атмосферной, почвенной пыли, осаждаемой на поверхность снежного покрова. Нас интересовал лишь твёрдый осадок снега.



Рисунок 9. – Шурф.

На рисунке 9 изображён шурф снежного покрова. Фото автора. Пробы отбирались пластиковым черпаком, количество отобранного снега взвешивалось с помощью механического безмена. Всего отбиралось по 20 килограмм пробы с точки.

Пробоподготовку начинали с таяния снега при комнатной температуре, а затем проводили следующие операции: фильтрацию, высушивание, просеивание и взвешивание. В процессе фильтрования снеготалой воды получали твёрдый осадок на беззольном фильтре типа «синяя» лента, который затем просушивали при комнатной температуре, просеивали до фракции менее 1 мм и взвешивали. Разница в массе фильтра до и после фильтрования характеризовала массу пыли в пробе. Основные выводы по количественной оценке загрязняющих веществ в твёрдом осадке снега делали на основе анализов фракции менее 1 мм [11].

Отмучивание при подготовке проб к анализу не применялось в виду малого количества исследуемого материала.

Отфильтрованный, просеянный и высушенный осадок снега отправлялся сначала на исследование методом оптической микроскопии, с помощью оптического бинокулярного микроскопа Leica EZ4D. Затем визуально определялось процентное соотношение минеральных фаз в твёрдом осадке снежного покрова.

После чего одна из шести проб, количество материала которой было наибольшим, была исследована методом рентгеновской дифрактометрии с помощью дифрактометра D2 PHASER фирмы BRUKER.



Рисунок 10 – Принадлежности для истирания минерального вещества проб



А



Б

Рисунок 11 – Кюветы для проведения рентгенофазового анализа.

А – пустые кюветы; Б – заполненная кювета

Из пробы после просеивания методом квартования выделялась часть материала, после чего она истиралась в агатовой ступке до состояния пудры. Затем измельчённый материал пробы укладывался в кювету подходящего размера, в нашем случае использовался самый малый размер кюветы. После чего, проходила процедура рентгенофазового анализа в лаборатории электронно-оптической диагностики ОГ ИШПР НИ ТПУ (МИНОЦ «Урановая геология»).

2.2. Исследование почвенного покрова

Отбор проб почвенного покрова осуществлялся согласно требованиям, описанным в «Методические указания по определению тяжелых металлов в

почвах сельхозугодий и продукции растениеводства (издание 2-е, переработанное и дополненное)», ГОСТ 17.4.4.02-84 [21], ГОСТ 17.4.3.01-83 [22], ГОСТ 28168-89 [23] и Методическими рекомендациями [24].

Пробы почвы брались осенью 2014 года в конце октября – начале ноября. Места отбора проб выбирались с учётом антропогенного влияния. Учитывалось расположение автодорог, объектов накопления ТКО, неровности рельефа. Пробы отбирались с глубины 0-10 сантиметров методом конверта со сторонами 10х10 м., пять точечных проб, смешивались в объединенную. После чего проба маркировалась соответствующим образом, обозначалось место, дата пробоотбора, исполнитель, масса пробы. После чего пробы доставлялись в лабораторию.

Работа по изучению почв проводилась в рамках гранта Русского географического общества «Геохимическая характеристика почв территории г. Йошкар-Олы».

Подготовка проб почвы к атомно – абсорбционному анализу заключалась в просеивании пробы почвы через сито $d = 1$ мм., просушивании до воздушно – сухого состояния, выделении навесок пробы методом квартования. Затем проба просушивалась в сушильном шкафу, озолялась. После чего вещество пробы заливалось царской водкой, это делалось для того, чтобы растворить все металлы в пробе. Затем проба настаивалась в течении суток и кислотная вытяжка фильтровалась через фильтр типа «синяя лента». Подготовленные к анализу пробы изучались методом пламенной атомно – абсорбционной спектроскопии в лаборатории ФХиБА ООС ПГТУ.

С помощью ИНАА можно определять содержание следующих 28 элементов: Na, Ca, Fe, As, Zn, Nd, Cr, Co, Sb, Br, Ba, Rb, Cs, Sr, Hf, Ta, Sc, Tb, Sm, Eu, La, Ce, Yb, Lu, U, Th, Au, Ag.

Нижние пределы обнаружения содержания элементов в различных природных средах методом инструментального нейтронно-активационного анализа представлены в таблице.

Таблица 3. – Пределы обнаружения содержания элементов в различных объектах (горная порода, почва, растительность и др.) методом ИНАА [10].

Элемент	Предел обнаружения, мг/кг	Элемент	Предел обнаружения, мг/кг
Na	20	Ta	0.05
Ca	300	Sc	0.02
Fe	100	Tb	0.05
As	1	Sm	0.01
Co	0.1	Eu	0.01
Cr	0.2	La	0.03
Sb	0.2	Ce	0.05
Ba	8	Yb	0.1
Br	0.3	Lu	0.01
Rb	0.6	U	0.1
Cs	0.3	Th	0.2
Sr	7	Au	0.01
Hf	0.01	Ag	0.5

В дальнейшем при статистической обработке появились значения, ниже предела обнаружения. Для корректной интерпретации данных эти числа были заменены на половину предела обнаружения.

Подготовка и анализ проб методом нейтронно – активационного анализа проходили в соответствии с инструкцией НСАМ ВИМС № 410-ЯФ с облучением тепловыми нейтронами на исследовательском реакторе ИРТ-Т НИИ ядерной физики при Томском политехническом университете.

2.3. Методы камеральной обработки данных

Обработка результатов лабораторного этапа исследований проб компонентов природной среды, взятых на территории города Йошкар – Ола заключалась в проведении комплекса расчётов, математико – статистических анализов и приведении эколого – геохимической аргументации, обосновывающей те или иные закономерности распределения и миграции химических элементов, а также отыскание таковых закономерностей.

На начальном этапе для расчёта базовых статистических характеристик (средних значений, стандартного отклонения, порога аномальности), было принято решение взять минимальное значение равное не порогу обнаружения, а его половине. Это позволит не завышать среднее арифметическое значение.

Далее проводился более глубокий анализ выборок с целью установления ассоциаций химических элементов в почве по данным ИНАА, определение законов распределения элементов, проведение кластерного и факторного анализа. Все вышеназванные методы статистики позволят нам установить основные причины, влияющие на распределение элементов и принципы их взаимного накопления в почвах города. Вся эта информация будет использована при оценке рисков для жизни и здоровья граждан, исходящих от почв и пылеаэрозолей, адсорбированных снежным покровом.

Расчётные работы выполнялись с помощью программного обеспечения Microsoft Office и Statistica 6.0. Картографический материал составлен с помощью программного обеспечения Mapinfo 8.5, Surfer 10.

3. Эколого-геохимическая оценка территории

3.1. Пылевая нагрузка и минерально-вещественный состав твердого осадка снега

После отбора проб снежного покрова методом шурфа, был изучен твёрдый осадок снега. Рассчитана пылевая нагрузка на территорию, затем определен минеральный состав пылеаэрозолей методом палетки с помощью оптического микроскопа. Наиболее мощная по пылевой нагрузке точка была проанализирована с помощью рентгенофазового анализа.

По итогу вышеописанных аналитических работ были получены следующие результаты.

Пылевая нагрузка была рассчитана по следующей формуле (1):

$$P_n = \frac{P_0}{S} \cdot t \quad (1)$$

где P_0 – масса пыли в пробе (мг; кг); S – площадь шурфа (м^2 ; км^2); t – время от начала снегостава (количество суток). В практике используется следующая градация по среднесуточной пылевой нагрузке [12]:

- менее 250 – низкая степень загрязнения;
- 251–450 – средняя степень загрязнения;
- 451–850 – высокая степень загрязнения;
- более 850 – очень высокая степень загрязнения.

В таблице 4 приведены данные о пылевой нагрузке на территорию города за 2018 – 2019 г.

Таблица 4. – Данные о пылевой нагрузке

№ проб	Адрес, ключевые ориентиры	Функциональ - ная зона	Время взятия пробы	t, дни	P ₀ , мг	S шурфа, м ²	P _п , мг/м ² сут	h, см
1	Микрорайон Гомзово маг. «Перекресток» Напротив ул. Крсноармейская д. 111	Жилая	25.01.2019	66	306	0,2025	22,896	32
2	бул. Чавайна, д. 12 ТЦ «Аякс»	Жилая	25.01.2019	66	144	0,4225	5,1641	26

3	ул. Карла Маркса, д. 131 (завод Электроавтоматика)	Промышленная	25.01.2019	66	1083	0,3432	47,812	32
4	перекресток ул. Рябинина и бул. Победы, Перинатальный центр	Администра - тивно- деловой центр	25.01.2019	66	18	0,2392	1,1402	53
5	Суворова 26 корп. 2 Завод полупроводниковых приборов	Промышленная	25.01.2019	66	290	0,318	13,817	38
6	ул. ГСБ, д. 27 ООО «Стройкерамика»	Жилая	30.01.2019	71	2490	0,225	155,87	47

Имеет смысл сравнить между собой пылевую нагрузку в разных городах: сопоставим пылевую нагрузку Йошкар – Олы, Томска и Восточного административного округа Москвы.

Как видно из критериев оценки пылевой нагрузки мы имеем дело с низкой степенью загрязнения на всей территории города, включая промышленную зону. Особо низкие уровни наблюдаются в зоне административно-делового центра, в районе перинатального центра. Возможно это связано с низкой транспортной нагрузкой и наличием хвойных зелёных насаждений, которые улавливают пылевые аэрозоли.

По сравнению с другими городами России, Йошкар – Ола выглядит очень привлекательно, пылевая нагрузка в городе самая низкая из рассматриваемых.

Таблица 5. – Сравнение степени пылевой нагрузки на территорию

Величина пылевой нагрузки в мг/м ² *сут.	ВАО Москвы	Йошкар – Ола	Томск
Зона			
Промышленная	40 (13 – 117)	40 (14 – 155)	-
Жилая (средне этажная)	15 (7 – 26)	14 (5 – 23)	-
Рекреационная	15 (7 – 18)	-	-
Среднее по территории	27 (7 – 43)	25 (1 - 155)	65 (16 – 303)

Как мы видим из сопоставления Томск грязнее чем остальные рассматриваемые города, возможно это связано с существенной разницей в промышленном использовании, а также наличием угольных котельных в Томске. В Москве и Йошкар – Оле центральное отопление осуществляется с помощью котельных, работающих на природном газу, в то время когда Томская ГРЭС 2 работает на угле, а газ используется для розжига и работы малой части котлов станции [69].

Далее приведена оценка минерального состава исследуемых пылеаэрозолей. Минеральный состав был определен методом палетки с помощью оптического микроскопа. Итоги анализа отражены в таблице 6:

Таблица 6. – Минеральный состав пылеаэрозолей г. Йошкар-Олы.

Номер пробы	Кварц %	Сажа %	Биогенная составляющая %	Другое %
1	60	30	5	Карбонаты 5
2	30		65	Карбонаты 3, волокнистые частицы 2, слюдяные частицы единичные включения
3	90	5	-	-
4	5	25	70	-
5	-	-	99	-
6	99*	-	-	-

* По результатам дифрактометрии.

Помимо этого во время исследования были выделены техногенные частицы и подробно изучены. Также проведено сравнение с различными видами техногенных частиц, отобран ряд эталонов сравнения, для более достоверного установления состава твёрдого осадка снега.

Рассмотрим каждую пробу в отдельности.

Проба 1 Жилая зона, вблизи перекрёстка улиц, с высокой транспортной загруженностью. Проба характеризуется высоким разнообразием техногенных включений.

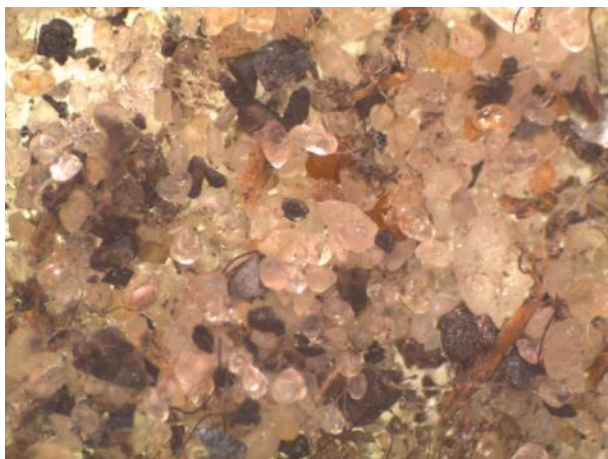


Рисунок 12. – Общий вид,
увеличение 20 х

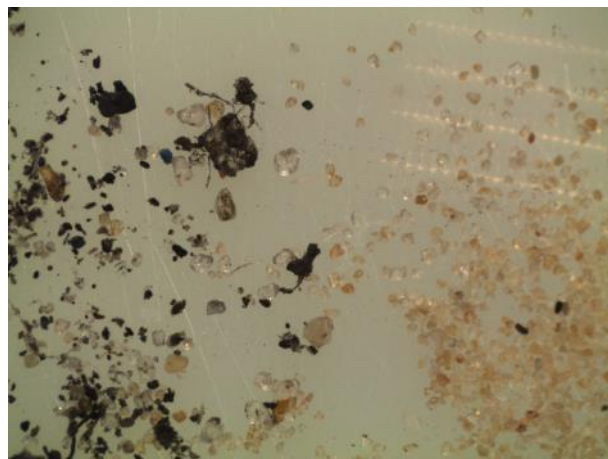


Рисунок 13. – Материал пробы
и песок из Сахары, увеличение 16х

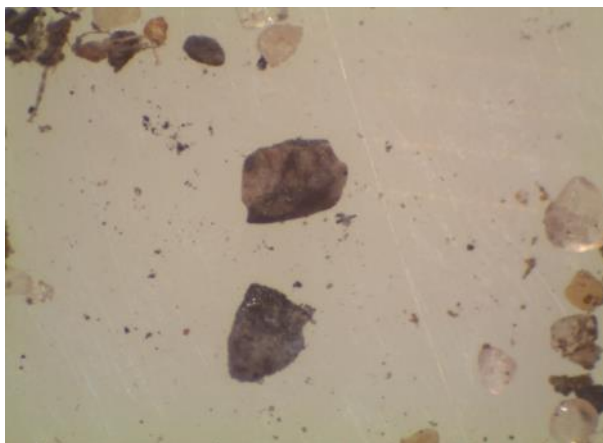


Рисунок 14. – Кусок
дорожного покрытия 20 х

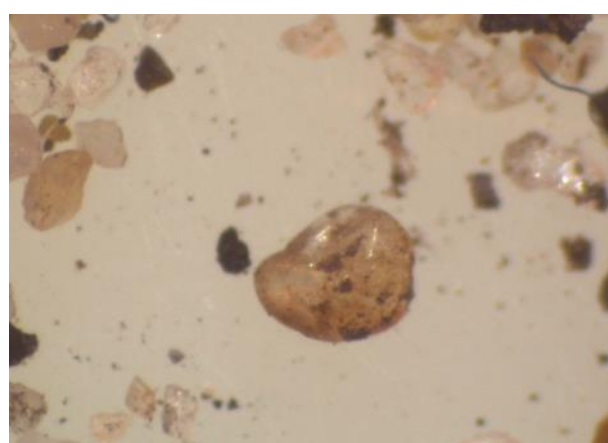


Рисунок 15. – Кварц с окислами 30 х

Материал второй пробы был отобран около бульвара в спальном районе, состав пробы характеризуется многообразием биогенных частиц, составляющих более 90% объёма и массы от аэрозолей.



Рисунок 16. – Общий вид,
увеличение 20 х

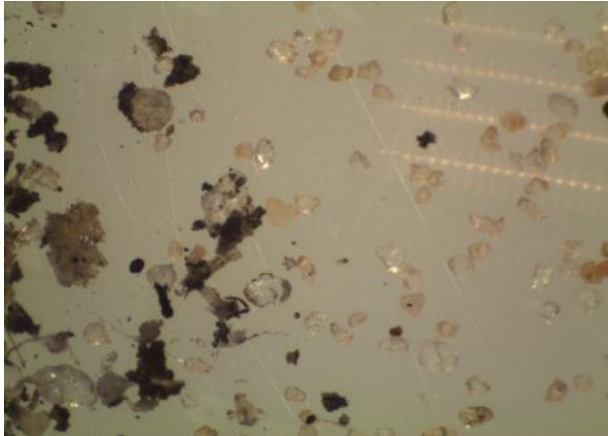


Рисунок 17. – Материал пробы и
песок из Сахары, увеличение 35 х

Образец 3 отобран в промзоне, близ дороги напротив проходной завода. Проба характеризуется разнообразием техногенных компонентов. Частицы кварца разной формы, много частиц сажи и асфальтового покрытия.

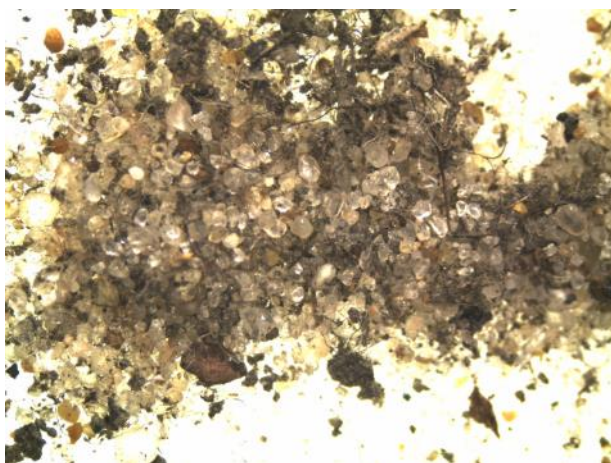


Рисунок 18. – Общий вид, увеличение 10 х

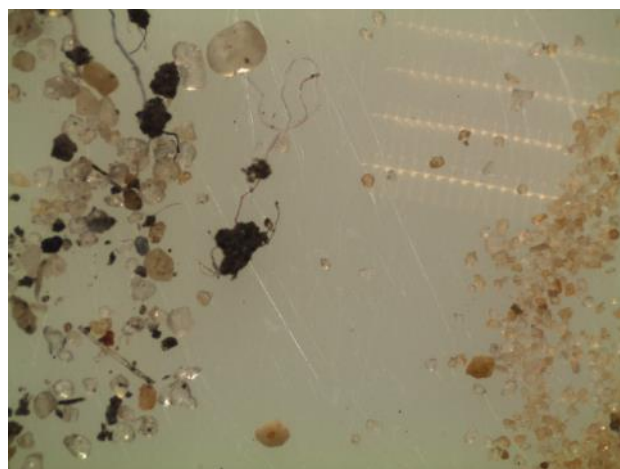


Рисунок 19. – Материал пробы и песок из Сахары увеличение 16 х

Для образца 4 снег был отобран около перинатального центра. Участок пробоотбора окружен хвойными деревьями и находится в отдалении от транспортных магистралей.

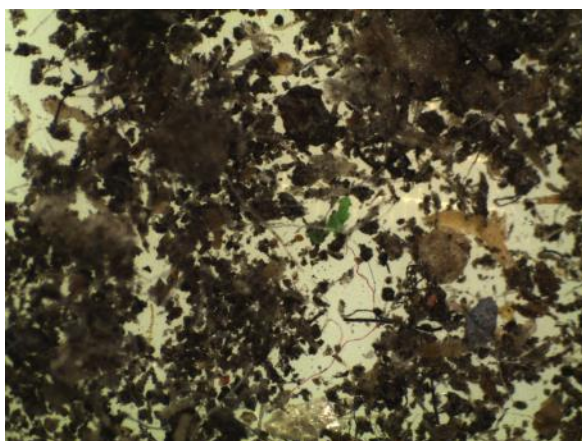


Рисунок 20. – Общий вид, увеличение 10 х

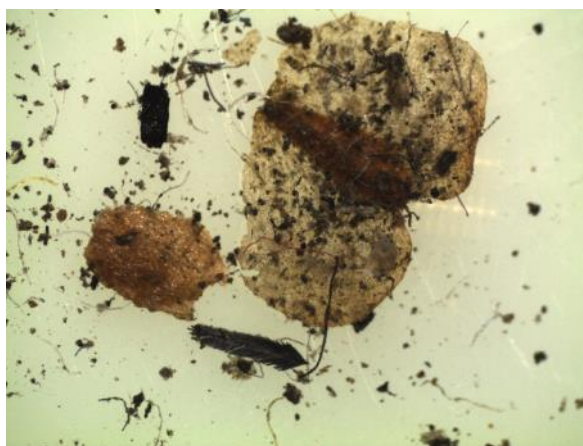


Рисунок 21. – Семена и перо 16 х

Сравнения с песком из Сахары здесь бессмысленно, поскольку отсутствуют частицы кварцевого песка.

. Образец 5 отобран напротив главной проходной завода полупроводниковых приборов. Низкая пылевая нагрузка на снежный покров говорит либо о низком уровне пылевых выбросов, либо же о высокой сорбционной способности древесных насаждений, которыми окружено предприятие. Также это объясняет обилие биогенного материала.



Рисунок 22. – Общий вид, увеличение 12,5 х



Рисунок 23. – Минераловатые частицы 16 х

Образец 6. Отбор проб напротив завода по производству керамических изделий. Наивысшая для города пылевая нагрузка, которая тем не менее осталась в пределах низкой. Минеральный состав этой пробы определялся методом рентгенофазного анализа. Также на слайде приведены эталоны сравнения биогенных и минеральных частиц. Это потребуется при дальнейших исследованиях, для более детальной идентификации компонентов, составляющих пылеаэрозоли.



Рисунок 24. – Общий вид 8 х



Рисунок 25. – Песок с Сахары 12,5 х



Рисунок 26. – Частицы таллома лишайника 10 х Рисунок 27. – Незрелые соцветия лишайника Рисунок 28. – Частицы коры лишайника

Из табличных данных, а также приведенного фотоматериала видно, что в составе твёрдого осадка снега преобладают частицы кварца и биогенные составляющие. В некоторых пробах эти два вещества составляют более 90 процентов от всей массы пылеаэрозолей.

3.2. Геохимическая характеристика почвенного покрова

Краеугольным камнем геохимии является ответ на вопрос: что брать за фоновые значения при проведении исследования. Чтобы дать максимально объективную оценку состояния почвенного покрова можно использовать сразу несколько эталонов сравнения, именно такой вариант реализован в нашей работе. Критерии сравнения отражены в таблице 7.

Таблица 7. – Содержание элементов в некоторых геохимических средах (мг/кг)

Элементы	Концентрации элементов в земной коре по А.П. Виноградову [13]	Концентрации элементов в горных породах по Войткевичу [14]		Содержание элементов в различных почвах и почвогрунтах [13]			ПДК/ОДК в почве [26, 27]
		Песчаник	Глины и суглинки	природных	населённых пунктов	городов с численностью жителей 100 – 300 тыс. человек	
Pb	16	70	20	10	54,5	43,4	32
Zn	83	15	80	50	158	99,5	55
Cd	0,13	0,01	30	0,5	0,9	0,5	0,5
Cr	83	35	100	200	80	42,2	-
Co	18	30	20	8	14,1	12,7	-
Ni	58	2	95	40	33	23,7	20

Результатами нашей работы стали систематизированные и статистически обработанные данные о загрязнении почв г. Йошкар-Олы обширным перечнем химических элементов, часть из которых была исследована методом ААС, другая методом ИНАА. Ниже представлены итоги статистической обработки результатов атомно – абсорбционного анализа.

Таблица 8. – Результаты статистической обработки

Элемент	Среднее	Минимальное	Максимальное	Коэффициенты вариации, (%)
Pb	8,78	0,89	39,9	85,5
Zn	7,85	0,00	20,0	66,2
Cd	0,04	0,00	0,19	142,9
Co	5,65	0,26	11,2	46,9
Cr	9,44	0,00	23,6	63,9
Ni	15,78	0,94	34,9	51,0

Из данных таблицы видно, что средние содержания в городских почвах не превышают даже кларковые значения для почв естественных биогеоценозов и городов. Максимальные значения не превышают установленные нормативы. Из этого следует вывод об экологическом благополучии рассматриваемой территории.

По итогу статистической обработки данных вышло, что распределение свинца и кадмия имеет логнормальный характер, тогда как содержание других элементов (Zn, Co, Cr, Ni), подчиняется нормальному закону распределения.

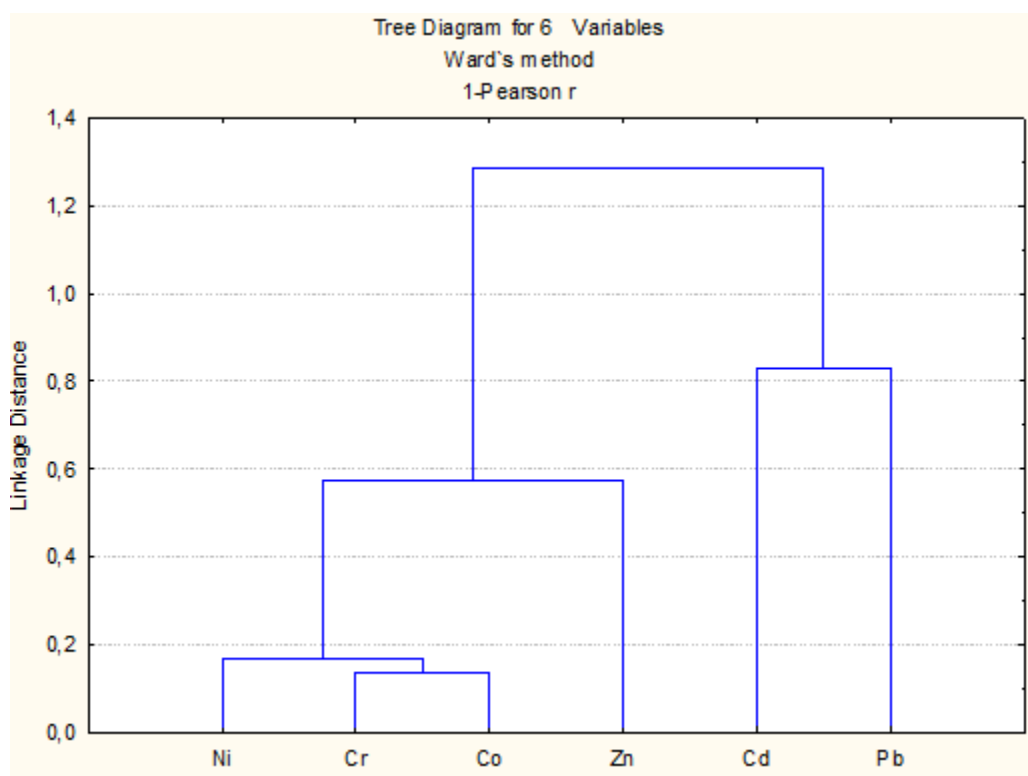


Рисунок 29. – Дендрограмма корреляционной матрицы геохимического спектра элементов в почвах на территории г. Йошкар- Олы, определенных методом атомно – абсорбционной спектрометрии.

Кластерный анализ также указывает на выделение тех же самых групп элементов. Другие виды анализа (факторный и корреляционный) не дали результатов, пригодных к интерпретации. Перейдём к следующему блоку анализируемых данных.

В качестве основного оценочного метода был использован расчёт суммарного показателя загрязнения (Z_c), этот блок работы был проведен в рамках бакалаврской работы, результаты, полученные тогда используются и поныне, в выпускной работе магистра.

$$Z_c = \sum K_{c>1} / (n-1) \quad (2)$$

Где Z_c – индекс полиэлементного загрязнения, K_c – коэффициент концентрации больше единицы. n – количество элементов, коэффициент концентрации которых больше единицы.

Для оценки загрязнения было использовано два подхода: геохимический и гигиенический. В качестве эталонов сравнения было взяты:

- 1) Эталоны содержания элементов элементов в земной коре (по А.П.Виноградову) [15]
- 2) Количество элемента в почвах (В.А. Алексеенко) [13]
- 3) Содержание элементов в городских почвах с населением от 100 до 300 тыс. человек [13]
- 4) «Городской фон», определённый в ходе наших исследований как среднее содержание элементов в почвах Йошкар – Олы.
- 5) ПДК или ОДК элемента в почве [26,27]. Последний подход не может дать полную картину, поскольку валовое содержание нормируется не для всех исследованных элементов.

На основе этих данных была построена схема распределения загрязняющих веществ по Йошкар – Оле, эти данные сопоставлены с функциональными зонами города и приведена комплексная оценка загрязненности компонентов окружающей среды.

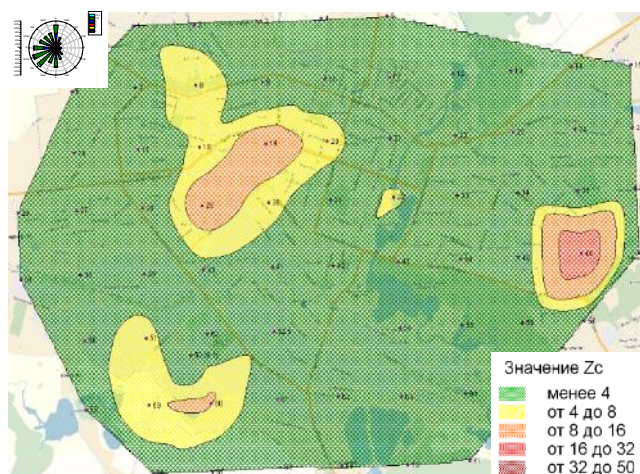


Рисунок 30. – Показатель Zc по содержанию в земной коре

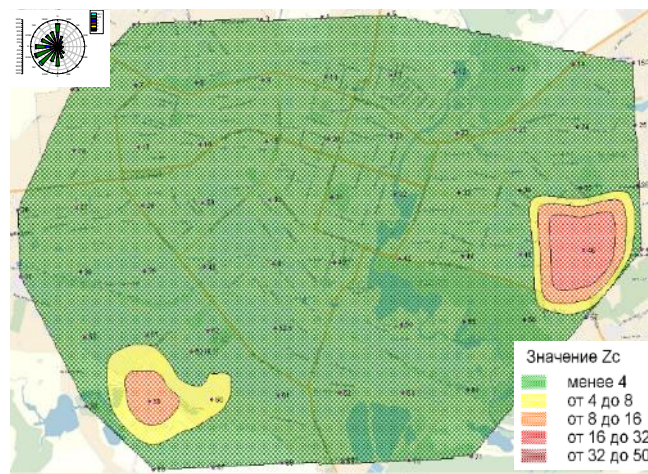


Рисунок 31. – Показатель Zc по содержанию в городских почвах

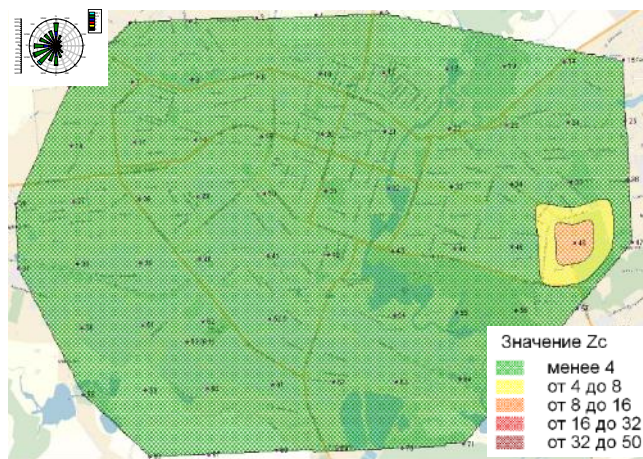


Рисунок 32. – Показатель Zc по нормативам: ПДК, ОДК

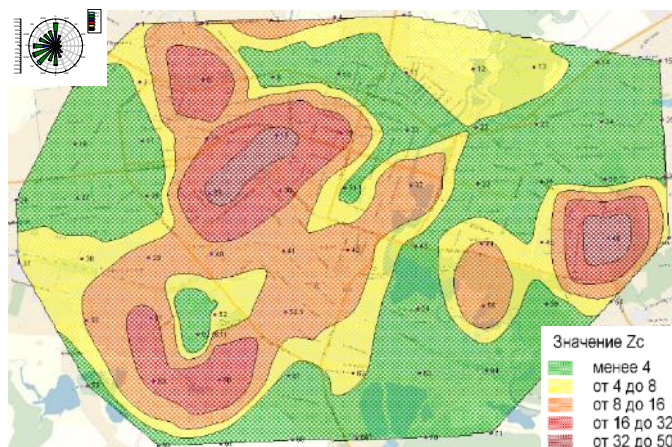


Рисунок 33. – Показатель Zc по городскому фону

Из картографического материала видно, что загрязнение почв города находится в пределах нормы, а наибольшую наглядность распределения показывает загрязнителей показывает геохимический подход, основанный на фоновых значениях по городу.

Эта карта легла в основу материала, отражающего распределение загрязняющих веществ по функциональным зонам города. Также на рисунке ... отражены места отбора проб снега.

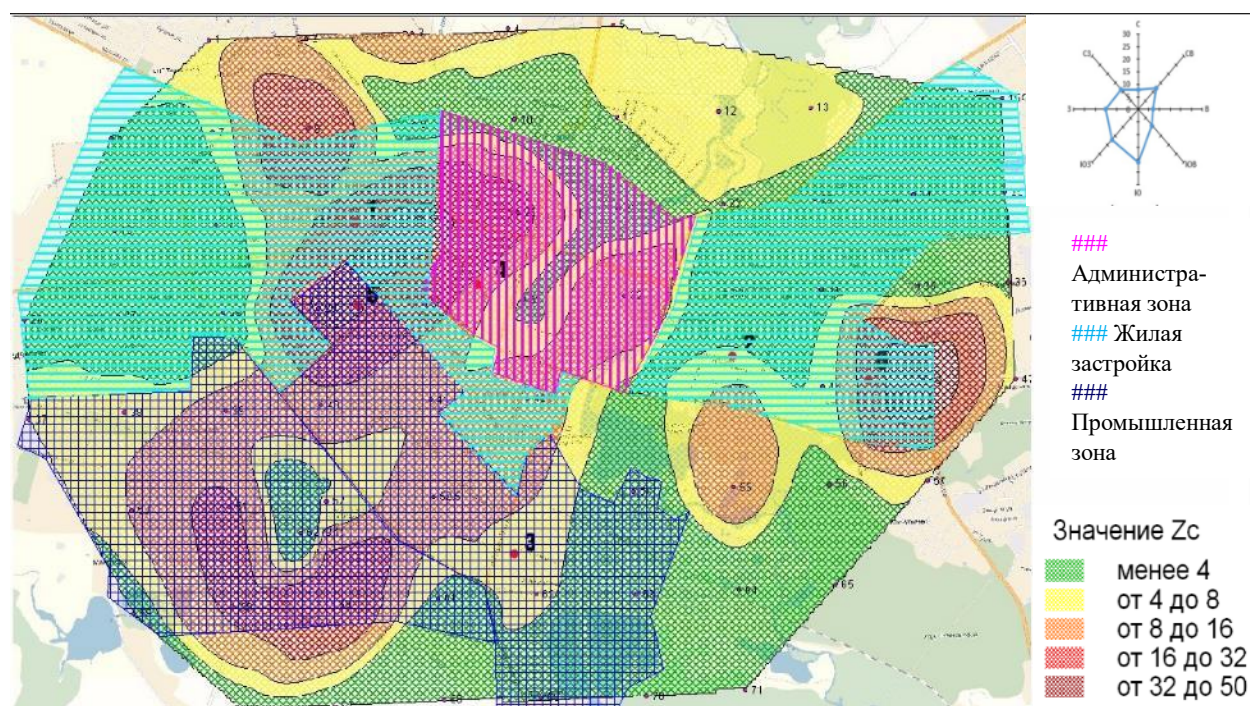


Рисунок 34. – Показатель Zc по отношению к средним значениям по городу (городскому фону)

Нейтронно – активационный анализ – метод, позволяющий поределить содержание сразу 28 химических элементов Na, Ca, Fe, As, Zn, Nd, Cr, Co, Sb, Br, Ba, Rb, Cs, Sr, Hf, Ta, Sc, Tb, Sm, Eu, La, Ce, Yb, Lu, U, Th, Au, Ag. Метод сложен в применении и уникален по своей сути.

Геохимической совокупностью называется совокупность значений содержания химического элемента, отражающая статистические закономерности распределения этого элемента в конкретных природных образованиях. Частным случаем геохимической совокупности (при ограниченном числе результатов определения содержания химического элемента) является геохимическая выборка.

Максимальное допустимое значение определялось по формуле:

$$x_{\text{макс.}} = 3,33 * \delta + \bar{x} \quad (3) [16]$$

Где: δ – среднее квадратичное отклонение, $\bar{x}$ – среднее арифметическое содержаний элемента.

Таблица 9. – Химические элементы с «ураганными» значениями в выборке (мг/кг).

Элемент	Zn	Br	As
Максимальное ураганное значение	286.3	14,9	15,5
Максимальное расчётное	273,0	13,0	12,7

Описательная статистика включает в себя такие статистические параметры распределения содержания элементов (в мг/кг) на территории при, объем выборки (N) – 76 проб в нашей базе данных, как: среднее арифметическое, $\pm$ стандартная ошибка среднего, среднее геометрическое, медиана, стандартное отклонение, минимальное - максимальное содержание,

асимметрия, эксцесс, нижний - верхний квартили, коэффициент вариации.

Перечисленные величины представлены в таблице 10.

Таблица 10. – Основные статистические параметры исследуемых элементов.

Элементы и параметры	Mean	Geometric Mean	Median	Variance	Std.Dev.	Coef.Var.	Skewness	Kurtosis
Na	5336,31	4799,43	5203,86	4281125	2069,088	38,774	-0,121	-0,441
Ca	11615,01	10560,35	10896,31	24402718	4939,911	42,530	1,540	4,031
Sc	6,58	5,93	6,50	7	2,578	39,182	0,266	0,625
Cr	184,29	174,65	165,03	4912	70,085	38,030	2,319	6,585
Fe	20346,36	18710,68	18997,03	58176262	7627,337	37,487	0,503	0,544
Co	9,35	8,35	9,67	11	3,293	35,202	-0,434	0,199
Zn	85,62	72,90	75,42	3021	54,959	64,191	2,065	4,540
As	3,93	3,06	3,56	6	2,469	62,824	1,596	3,349
Br	2,94	1,72	2,35	8	2,834	96,404	2,054	4,821
Rb	49,50	45,05	50,76	302	17,372	35,095	-0,493	-0,074
Sr	55,51	34,31	51,22	1746	41,786	75,275	0,495	-0,616
Sb	0,60	0,52	0,52	0	0,394	65,561	3,349	18,156
Cs	1,83	1,64	1,74	1	0,773	42,316	0,319	-0,072
Ba	281,57	257,55	303,07	10678	103,335	36,700	-0,201	-0,669
La	16,79	15,42	17,09	36	6,005	35,759	-0,246	-0,536
Ce	40,20	37,41	40,84	169	13,001	32,343	-0,478	-0,416
Nd	15,20	14,08	15,23	29	5,405	35,559	0,169	0,106
Sm	3,01	2,75	3,12	1	1,093	36,272	-0,223	-0,385
Eu	0,58	0,52	0,57	0	0,238	41,156	-0,007	-0,757
Tb	0,49	0,43	0,47	0	0,206	42,510	0,081	-0,466
Yb	2,23	2,00	2,32	1	0,841	37,649	-0,289	-0,436
Lu	0,28	0,26	0,29	0	0,096	34,591	-0,425	-0,447
Hf	7,75	7,15	7,54	8	2,873	37,047	0,098	-0,586
Ta	0,66	0,59	0,67	0	0,285	42,961	0,022	-0,634
Au	0,00	0,00	0,00	0	0,004	93,800	2,434	8,187
Th	5,18	4,76	5,32	3	1,794	34,645	-0,439	-0,421
U	2,13	1,85	1,82	3	1,714	80,499	6,601	52,090

Особое внимание следует уделить такими параметрам, как средние арифметическое, геометрическое, медиана, асимметрию (skewness), эксцесс (kurtosis).

Асимметрия и эксцесс нужны для определения гипотезы распределения. Эти сведения помогут нам чётко определить статистические характеристики, такие как среднее содержание, а от него высчитать критерии аномальности значений в выборке. Гипотеза распределения устанавливалась по формулам:

$$\text{Для асимметрии: } \delta = \frac{A}{\sqrt{\frac{6}{N}}} \quad (4)$$

$$\text{Для эксцесса: } \delta = E/2 * \sqrt{\frac{6}{N}} \quad (5)$$

δ – доверительный интервал, A – асимметрия, E – эксцесс, N – количество образцов ($N = 76$)

Оба значения должны быть меньше трёх. В противном случае мы имеем дело не с нормальным законом распределения.

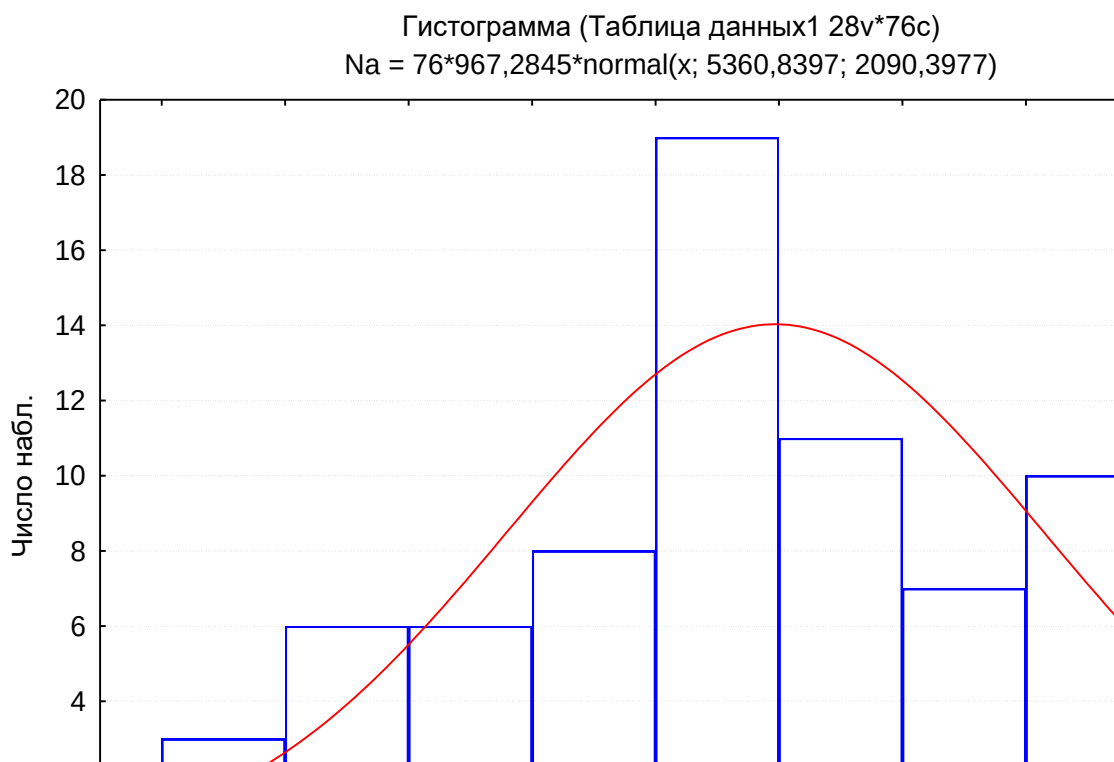


Рисунок 35 – Нормальное распределение содержания элемента на примере натрия.

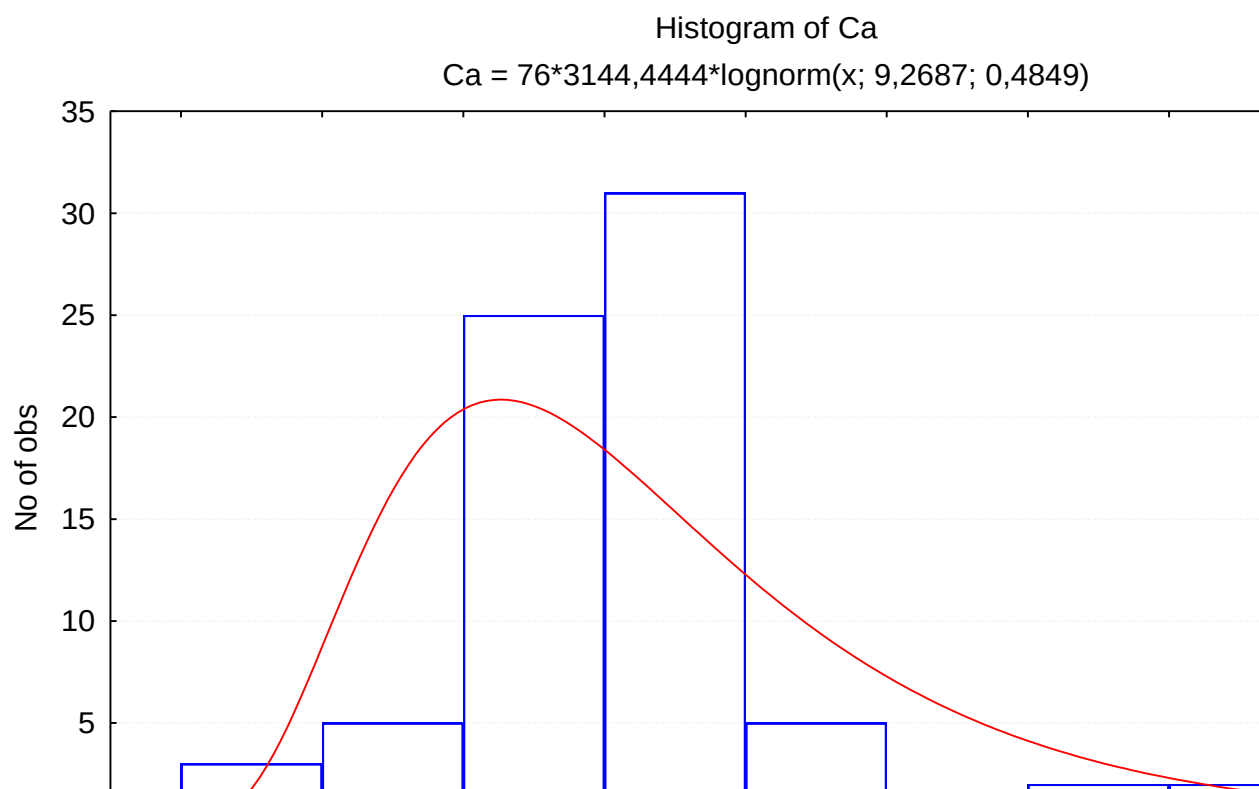


Рисунок 36 – Логнормальное распределение содержания элемента на примере кальция

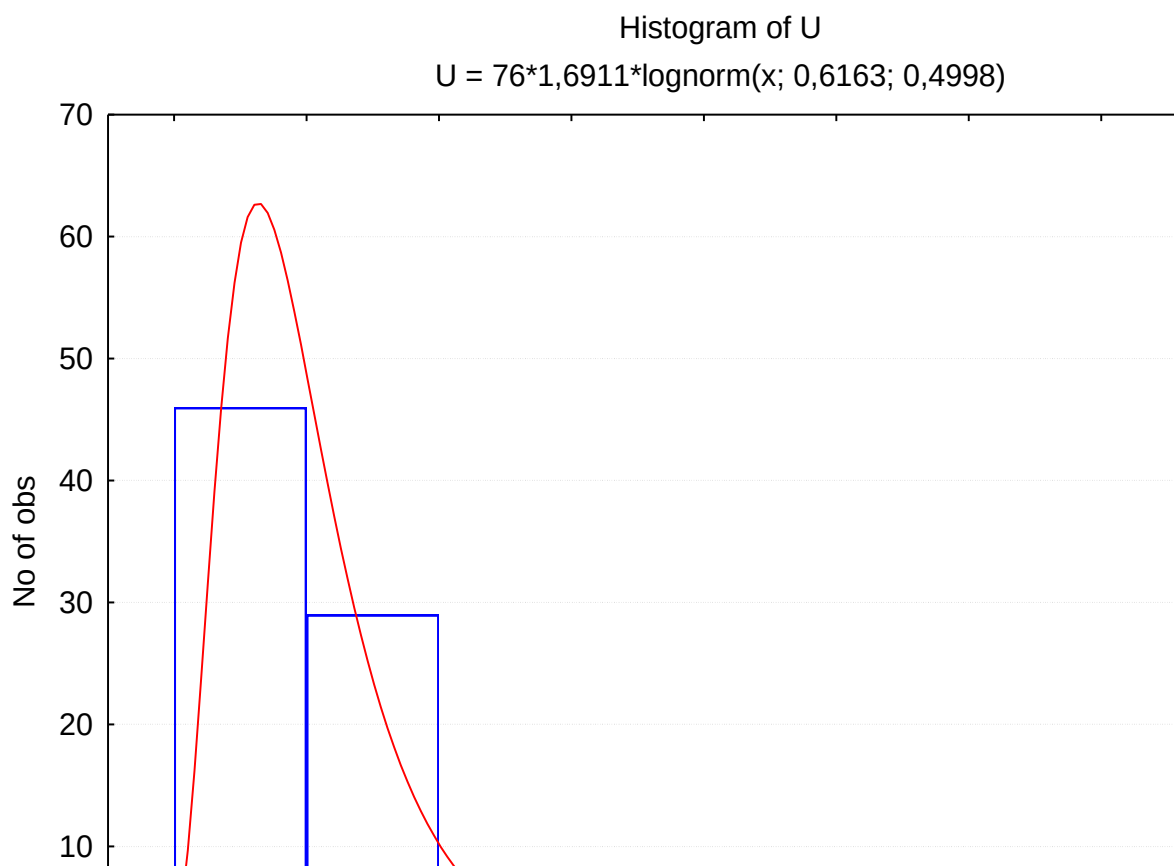


Рисунок 37 – Распределение урана.

Представленные выше гистограммы дают наглядное представление о преобладающем значении концентрации элемента в исследуемой среде. Необходимо помнить, что существуют и другие типы распределения, которые мы не рассчитывали. В дальнейшем это можно будет сделать при появлении на то необходимости.

Точно зная закон распределения элемента в выборке, мы можем достоверно установить его фоновое содержание, правильно посчитать другие параметры описательной статистики. Отсюда следует необходимость верного определения закона распределения элемента как основополагающего шага на пути определения набора используемых статистических инструментов.

За фоновое значение в данной работе принималось среднее содержание элемента в почве. Это работало как с нормальным так и с логнормальным законом распределения элемента в выборке. Отличие в том, что за фон при нормальном распределении взято среднее арифметическое, при логнормальном среднее геометрическое значение.

Среднее арифметическое для нормального распределения вычисляется по формуле:

$$\bar{x} = \frac{C_1 + C_2 + \dots + C_N}{N} \quad (6)$$

Где: $\bar{x}$ – среднее содержание элемента N – количество проб, $C_1 \dots C_N$ – концентрации элемента в пробах.

Среднее геометрическое для логнормального распределения определялось как антилогарифм от среднего арифметического логарифмов по формулам:

$$\overline{C_{lg}} = \frac{C_{lg} + C_{lg} + \dots + C_N}{N} \quad (7) \text{ Среднее по десятичному логарифму}$$

$$\sqrt[N]{C_1 * C_2 * \dots * C_N} = 10^{\bar{C}_{lg}} \quad (8) \text{ Среднее геометрическое.}$$

Итоги подсчётов отражены в таблице 11.

Таблица 11. – Фоновые содержания элементов в выборке*

элемент	Na	Ca	Sc	Cr	Fe	Co	Zn
фон	5336,31	<u>10560,35</u>	6,58	<u>174,65</u>	20346,37	9,353	<u>72,9</u>
элемент	As	Br	Rb	Sr	Sb	Cs	Ba
фон	<u>3,06</u>	<u>1,72</u>	49,50	55,51	<u>0,516</u>	1,827	281,5
элемент	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb
фон	16,79	40,19	15,20	3,01	0,579	0,485	2,23
элемент	Lu	Hf	Ta	Au	Th	U	
фон	0,278	7,754	0,663	<u>0,005</u>	5,18	<u>1,85</u>	

*Красным выделены элементы с логнормальным законом распределения.

Следующим шагом в статистической обработке данных является установление корреляционных зависимостей. В ходе работы была установлена парная ранговая корреляция, произведен кластерный анализ, построены корреляционные матрицы, графы ассоциаций элементов, графики рассеяния, матрицы, гистограммы, дендрограмма корреляционной матрицы.

Корреляция двух случайных величин X и Y – частный случай более распространенной в окружающей нас действительности **множественной корреляции**, когда изменение одной из переменных зависит от изменения множества других.

Матрица корреляционных связей химических элементов в почвенном покрове на территории г. Йошкар-Олы. Примечание: красным шрифтом выделены значимые корреляционные связи химических элементов на уровне вероятности 99,9% ($p < 0,001$).

Таблица 5

Таблица 12. – Матрица коэффициентов корреляции элементов

Variable	Marked correlations are significant at $p < ,00100$																										
	Na	Ca	Sc	Cr	Fe	Co	Zn	As	Br	Rb	Sr	Sb	Cs	Ba	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	Hf	Ta	Au	Th	U
Na	1,000																										
Ca	0,080	1,000																									
Sc	0,718	0,306	1,000																								
Cr	0,105	0,124	0,164	1,000																							
Fe	0,519	0,510	0,906	-0,088	1,000																						
Co	0,739	0,316	0,929	-0,169	0,879	1,000																					
Zn	0,035	0,546	0,252	0,103	0,399	0,248	1,000																				
As	0,210	0,453	0,497	0,012	0,657	0,452	0,402	1,000																			
Br	0,301	0,424	0,480	-0,300	0,572	0,436	0,273	0,558	1,000																		
Rb	0,893	0,161	0,843	-0,109	0,679	0,845	0,127	0,300	0,381	1,000																	
Sr	0,217	0,330	0,035	0,210	0,016	0,037	0,265	0,074	0,088	0,159	1,000																
Sb	0,035	0,483	0,361	-0,150	0,497	0,373	0,719	0,292	0,229	0,176	-0,065	1,000															
Cs	0,689	0,300	0,971	-0,116	0,911	0,905	0,287	0,539	0,488	0,828	-0,003	0,349	1,000														
Ba	0,870	0,183	0,802	-0,242	0,669	0,817	0,136	0,332	0,491	0,893	0,207	0,189	0,792	1,000													
La	0,865	0,180	0,911	-0,176	0,756	0,882	0,098	0,403	0,441	0,916	0,078	0,168	0,887	0,903	1,000												
Ce	0,869	0,173	0,881	-0,239	0,729	0,886	0,107	0,319	0,438	0,928	0,082	0,214	0,852	0,906	0,964	1,000											
Nd	0,694	0,194	0,830	-0,134	0,703	0,744	0,092	0,502	0,463	0,784	0,061	0,127	0,787	0,800	0,835	0,800	1,000										
Sm	0,815	0,217	0,949	-0,181	0,813	0,894	0,167	0,458	0,467	0,904	0,054	0,234	0,930	0,885	0,976	0,943	0,861	1,000									
Eu	0,769	0,233	0,936	-0,177	0,809	0,878	0,176	0,443	0,505	0,878	0,052	0,232	0,899	0,844	0,944	0,919	0,855	0,966	1,000								
Tb	0,740	0,241	0,858	-0,158	0,747	0,774	0,164	0,379	0,446	0,809	0,133	0,284	0,833	0,811	0,860	0,844	0,779	0,893	0,871	1,000							
Yb	0,912	0,079	0,794	-0,234	0,603	0,777	-0,029	0,290	0,399	0,861	0,145	0,013	0,768	0,891	0,924	0,921	0,780	0,902	0,860	0,804	1,000						
Lu	0,920	0,122	0,835	-0,174	0,665	0,840	0,011	0,317	0,363	0,928	0,121	0,089	0,810	0,908	0,953	0,943	0,779	0,929	0,880	0,819	0,955	1,000					
Hf	0,889	0,017	0,585	-0,082	0,379	0,637	-0,046	0,032	0,163	0,840	0,336	-0,010	0,553	0,777	0,766	0,814	0,577	0,707	0,660	0,635	0,844	0,867	1,000				
Ta	0,849	0,117	0,739	-0,112	0,571	0,740	0,064	0,192	0,284	0,875	0,113	0,202	0,689	0,824	0,837	0,849	0,699	0,796	0,777	0,756	0,780	0,851	0,781	1,000			
Au	0,271	0,124	0,179	0,502	-0,106	-0,180	0,215	0,103	-0,207	-0,257	0,056	-0,075	-0,136	0,268	0,267	-0,360	0,231	-0,250	-0,260	-0,326	-0,313	0,275	-0,294	0,292	1,000		
Th	0,873	0,179	0,917	-0,167	0,765	0,908	0,120	0,348	0,408	0,947	0,068	0,210	0,887	0,900	0,971	0,975	0,806	0,958	0,931	0,850	0,904	0,954	0,796	0,863	-0,257	1,000	
U	0,744	0,151	0,649	-0,107	0,568	0,660	-0,063	0,439	0,409	0,722	0,103	0,017	0,633	0,754	0,783	0,723	0,668	0,727	0,700	0,646	0,752	0,798	0,610	0,668	-0,148	0,744	1,000

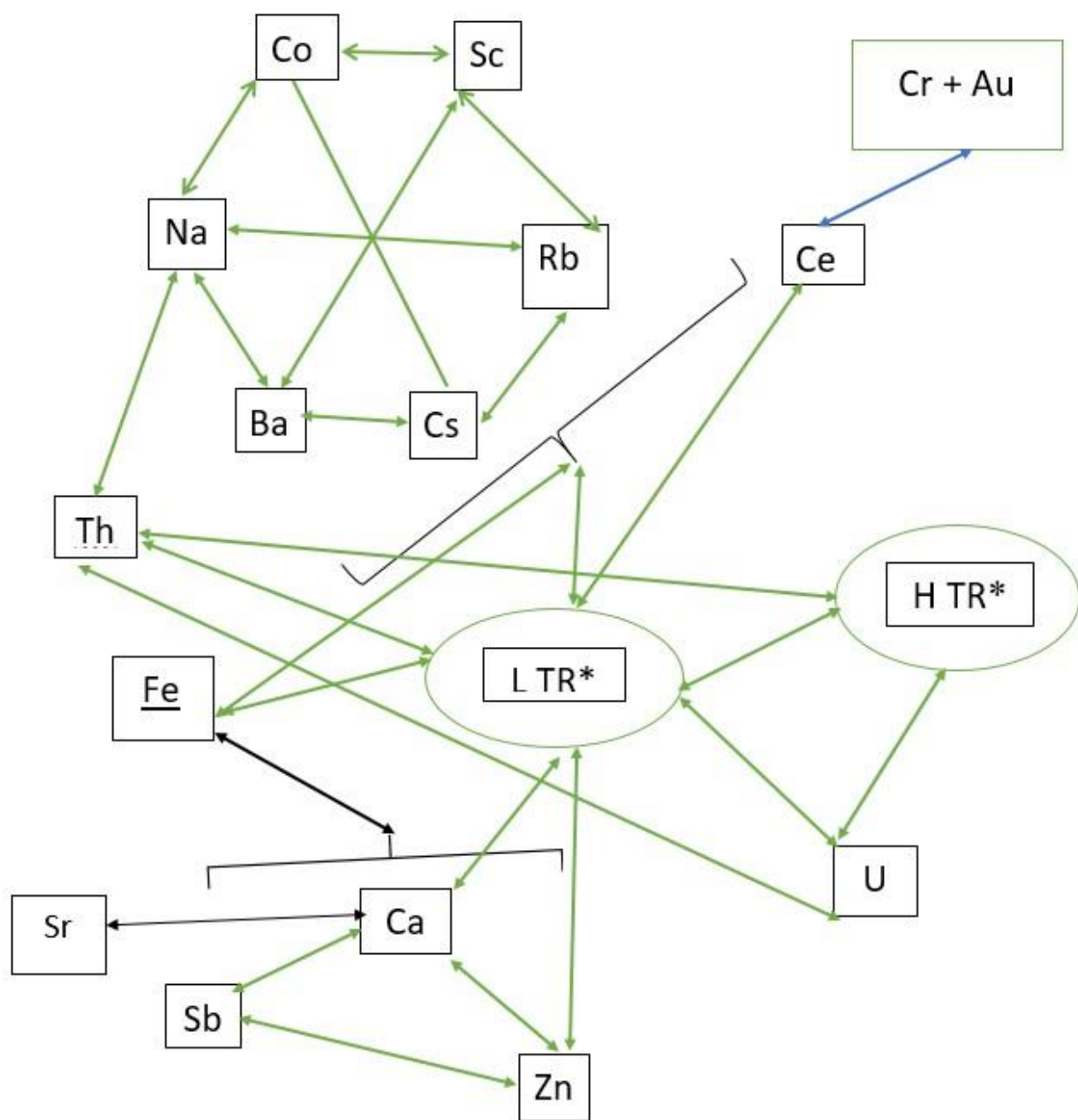


Рисунок 38 – Графы ассоциаций химических элементов в почвах г. Йошкар-Ола.

Примечание: Зеленая стрелка – положительная корреляция более 0,5, синяя стрелка – отрицательная корреляция, чёрная стрелка – положительная корреляция менее 0,5.

*L TR (Лёгкие редкоземельные металлы): La Ce Nd Sm Eu + Hf Ta.

H TR (Тяжёлые редкоземельные металлы): Tb Yb Lu

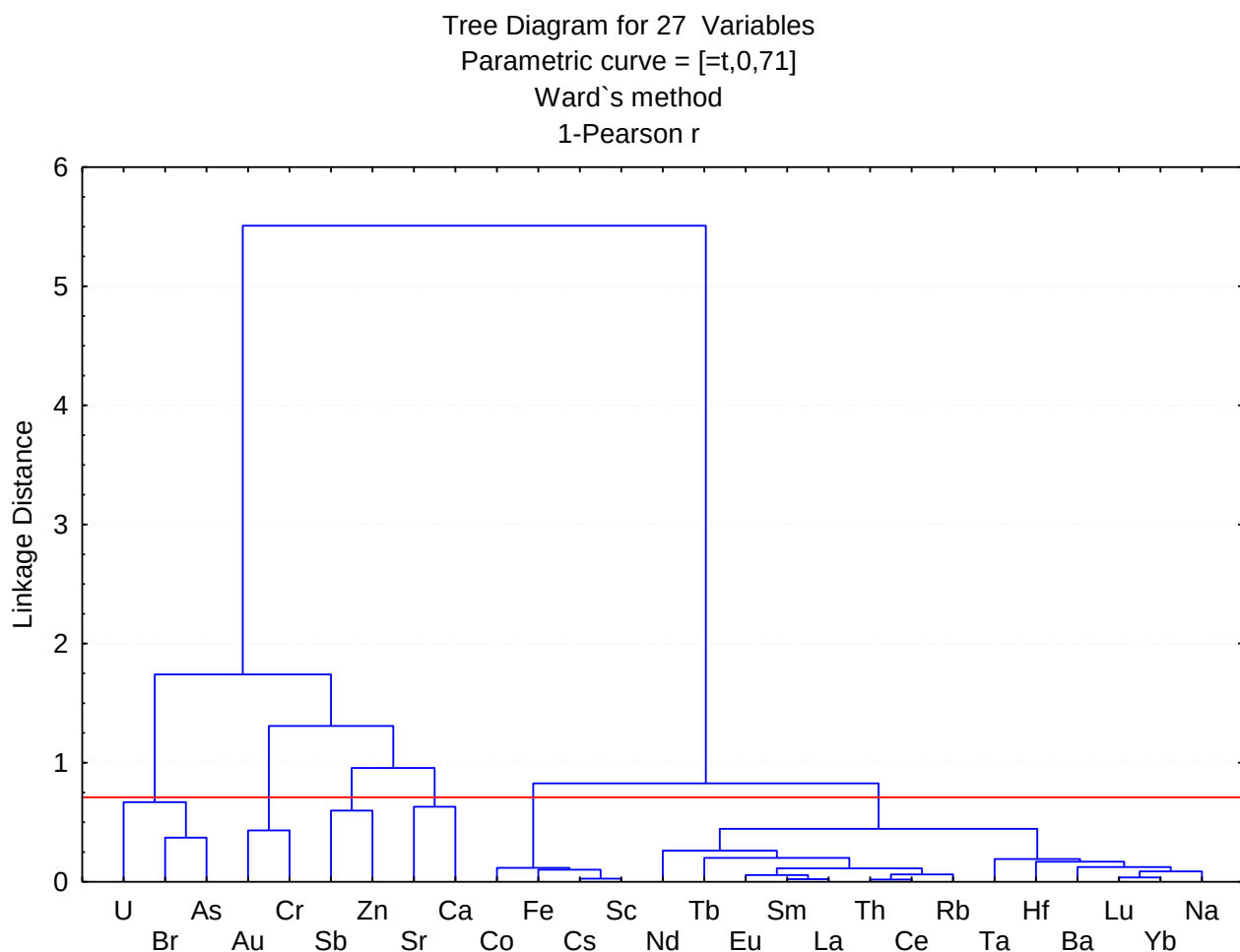


Рисунок 39 – Дендрограмма корреляционной матрицы геохимического спектра элементов в почвах на территории г. Йошкар-Олы (1-Pearson $r(0,05) = 0,71$; объем выборки – 76 проб).

Факторный анализ. **Цель факторного анализа** – сокращение числа переменных (редукция данных) и определение структуры взаимосвязей между переменными.

При выполнении этой дипломной работы в качестве основы факторного анализа многомерных совокупностей был использован **метод главных компонент**. **Главные компоненты** – это собственные векторы ковариационных матриц исходных признаков. Координаты собственных векторов рассматриваются как нагрузки соответствующих переменных на тот или иной фактор.

В практике **используют два метода факторного анализа R- и Q-метод**. R-метод основан на использовании корреляционной матрицы. Q-метод основан на использовании ковариационной матрицы.

Процедура **вращения** – предусматривает рассмотрение векторов факторов относительно центра координат, что позволяет наиболее развёрнуто интерпретировать результаты анализов.

Таблица 13 – Значения вращаемых факторных нагрузок в выбранной 4-х факторной модели

Variable	Factor Loadings (Varimax raw) Extraction: Principal components (Marked loadings are >,700000)			
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
Na	0,927	-0,053	-0,124	-0,165
Ca	0,020	0,530	-0,572	0,241
Sc	0,856	0,291	0,148	0,298
Cr	-0,138	-0,094	-0,725	0,061
Fe	0,676	0,547	0,103	0,412
Co	0,889	0,242	-0,005	0,250
Zn	-0,040	0,066	-0,458	0,647
As	0,275	0,744	-0,104	0,156
Br	0,128	0,881	0,045	-0,017
Rb	0,962	0,055	-0,083	0,032
Sr	0,190	0,049	-0,718	-0,205
Sb	0,164	-0,007	0,050	0,704
Cs	0,834	0,319	0,140	0,293
Ba	0,930	0,154	-0,028	-0,020
La	0,975	0,137	0,043	0,021
Ce	0,976	0,079	0,072	0,030
Nd	0,815	0,342	0,122	-0,026
Sm	0,955	0,149	0,075	0,110
Eu	0,920	0,207	0,126	0,102
Tb	0,857	0,227	0,094	0,072
Yb	0,950	0,047	0,010	-0,161
Lu	0,978	0,037	-0,044	-0,082
Hf	0,866	-0,245	-0,171	-0,241
Ta	0,907	-0,041	-0,006	-0,011
Au	-0,262	-0,031	-0,581	0,240
Th	0,986	0,067	0,017	0,077
U	0,132	0,654	-0,064	-0,387
Expl.Var	15,054	2,957	2,094	1,812
Prp.Totl	0,558	0,110	0,078	0,067

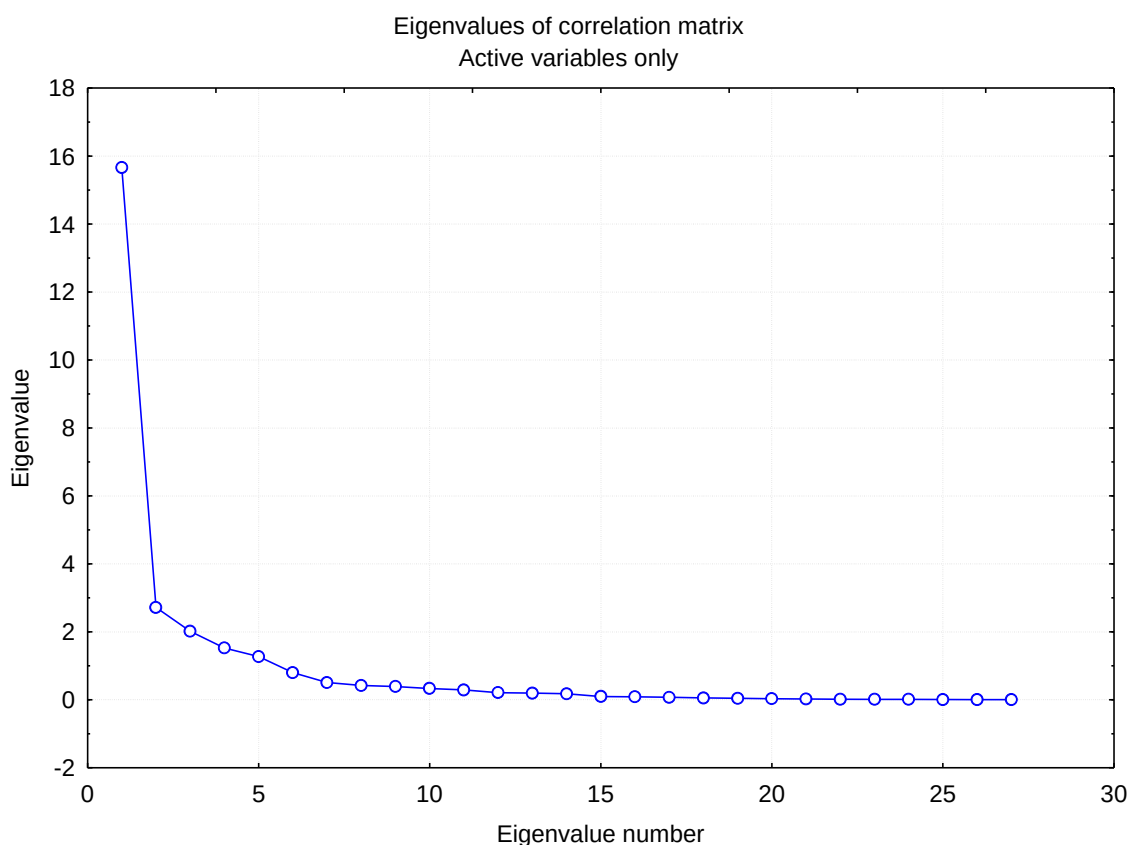


Рисунок 40 – График собственных значений («критерий каменной осыпи»).

Подводя промежуточные итоги факторного анализа мы видим, что наиболее значимым является лишь один фактор, влияющий на распределение большого количества микроэлементов и редкоземельных элементов. Также выявлено, что торий-урановое соотношение для почв Йошкар-Олы колеблется от 1,8 до 3,5 – что соответствует геологии исследуемой территории. Почвы сформировались на осадочных чехлах и аллювиальных отложениях различного возраста, генезиса и мощности.

Еще одним важным моментом в объяснении результатов статистических наблюдений является описание и интерпретация граф ассоциаций. Они позволили нам выделить взаимосвязанные между собой элементы, для отыскания для них законов распределения. В ходе работы возникла необходимость выделения групп среди редкоземельных элементов. В ходе литературного обзора и расчётов было решено разделить редкоземельные элементы по их атомной массе.

Редкоземельные элементы – (РЗЭ, в минералогии TR – от лат. terra rara), семейство из 17 химических элементов III группы периодической системы; включает скандий, иттрий, лантан и лантаноиды: церий, празеодим, неодим, прометий, самарий, европий, гадолиний, тербий, диспрозий, гольмий, эрбий, тулий, иттербий, лютеций. По химическим свойствам и совместному нахождению в природе делятся на иттриевую (Y, La, Gd – Lu) и цериевую (Ce – Eu) подгруппы, по атомной массе – на лёгкие (Ce – Eu) и тяжёлые (Gd – Lu) лантаноиды [70].

Согласно классификации IUPAC к редкоземельным элементам относятся лишь лантаноиды, а также Sc, Y. Actиноиды к ним также не причислены [71].

Из актиноидов в нашем анализе участвовали только торий и уран.

В итоге выделилось несколько интересных соотношений элементов, обусловленных в основном природными факторами. Особый интерес вызывает поведение тербия. Являясь тяжёлым редкоземельным металлом, он тесно связан с лёгкими редкоземельными элементами.

По итогу **кластерного анализа** сформировалось несколько пар и ассоциативных групп.

Уран, бром, мышьяк. Кобальт, железо, цезий, скандий. Лёгкие редкоземельные элементы + торий, тербий, рубидий. Тяжелые редкоземельные + тантал, гафний, барий и натрий. Пары: Золото – хром, сурьма – цинк, кальций – стронций.

Особый интерес вызывает поведение тербия – он не примкнул к близкой ему по свойствам группе тяжёлых редкоземельных металлов.

После анализа четырёхфакторной модели с процедурой вращения были выдвинуты гипотезы о **факторах**, влияющих на содержание элементов в почве г. Йошкар-Олы.

Фактор №1. Фактор петрофонда. Он сказался на распределении щелочных металлов и редкоземельных элементов, а также тория. Также этот фактор влияет на скандий, кобальт и немного слабее на железо – d -элементы 4 периода Периодической системы элементов Д.И. Менделеева.

Фактор №2 по всей видимости связан либо с гидрогеологией региона, поскольку воды РМЭ характеризуются высокими содержаниями железа, кальция, либо с промышленностью, так как бром применяется при производстве фармацевтической продукции, а мышьяк при легировании сплавов производстве полупроводников, а также дублении кожи.

Фактор №3 не установлен.

Фактор №4 – вероятнее всего автотранспорт. Этот фактор влияет на сурьму и цинк. Оба этих элемента применяются в металлургии, медицине, производстве полупроводников. На территории Йошкар-Олы есть Завод полупроводниковых приборов и фармацевтическая компания «Марбиофарм».

3.3. Оценка риска для населения

С помощью процедуры оценки риска можно определить перспективы и необходимость более глубокого изучения рассматриваемых компонентов городской среды. При низком уровне риска следует задуматься о смене объекта исследования или же выбрать другие, которые менее изучены.

Всего выделяют четыре этапа оценки риска [17]:

1. Первая стадия – идентификация опасности, и на ее основе выявляются приоритетные загрязнители в природных средах, по которым следует проводить оценку риска.

По базам данных определить код CAS. В базе данных найти характеристики их токсичности. Значения референтных доз и показателей канцерогенности для взятых для оценки риска химических веществ и для различных путей поступления токсикантов в организм. Эти данные содержатся в

«Руководстве по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» .

2. Вторая стадия – оценка риска.

Необходимо рассчитать Неканцерогенные эффекты. Концентрации элементов в почве ($C_{\text{эл.почв}}$) следует пересчитать на концентрации во вдыхаемом воздухе ($C_{\text{инг.}}$), с использованием модели переноса загрязнителя из почвы во вдыхаемый воздух, предлагаемой в программном комплексе «Risk Assistant»

$$C_{\text{инг.}} = C_{\text{пыли}} \cdot R \cdot f \cdot C_{\text{эл.почв}}, \quad (9)$$

где $C_{\text{пыли}} = 7.5 \cdot 10^{-6} \text{ мг/м}^3$

R-вдыхаемая фракция пыли, 73% = 0,73

F -загрязненная часть пыли, 1% = 0,01

Коэффициент опасности ингаляционного воздействия $KO_{\text{инг.}}$ оценивается как

$$KO_{\text{инг.}} = C_{\text{инг.}} / RfC_{\text{инг.}} \quad (10)$$

Коэффициент опасности перорального воздействия $KO_{\text{пер.}}$ оценивался как отношение среднесуточной дозы к референтной дозе при пероральном поступлении

($RfD_{\text{пер.}}$) – табличные значения.

$$KO_{\text{пер.}} = LADD / RfD_{\text{пер.}} \quad (11)$$

Среднесуточная доза при пероральном поступлении каждого элемента вместе с почвой рассчитывается следующим образом:

$$LADD_1 = \frac{[C \times V \times ED \times EF]}{[BW \times AT \times 365]} \cdot 10^{-6} \quad (12)$$

где: $LADD_1$ - среднесуточная доза в течение жизни для неканцерогенного воздействия, мг/(кг × сутки);

$C_{\text{эл.почв}}$ – верхний предел 95% доверительного интервала для среднего значения,

при этом использовались стандартные факторы экспозиции:

V – суточное пероральное поступление почвы в организм взрослого человека, 100 мг / день;

ED – продолжительность воздействия, 30 лет ;

EF – частота воздействия – 350 дней в год;

BW – масса тела человека, 70 кг;

AT – период усреднения экспозиции – 30 лет; 365 – число дней в году

Суммарный коэффициент опасности по каждому элементу рассчитывается как сумма коэффициентов опасности перорального ($KO_{\text{пер}}$) и ингаляционного ($KO_{\text{инг}}$) воздействия для каждого элемента:

$$KO = KO_{\text{пер.}} + KO_{\text{инг.}} \quad (13)$$

Расчет канцерогенного риска

$$R_{\text{инд. канц}} = LADD_2 (\text{канц.}) * SF$$

где: $LADD_2$ - среднесуточная доза в течение жизни для канцерогенного воздействия, мг/(кг × сутки); рассчитывается аналогично $LADD_1$, за исключением AT

AT - период осреднения экспозиции для канцерогенов равен 70 лет;

SF_1 – фактор канцерогенного потенциала, $(\text{мг}/(\text{кг} \times \text{сут.}))^{-1}$, справочные данные;

Канцерогенный потенциал (фактор наклона, фактор канцерогенного потенциала, SF) - мера дополнительного индивидуального канцерогенного риска или степень увеличения вероятности развития рака при воздействии канцерогена. Определяется как верхняя 95 % доверительная граница наклона зависимости «доза-ответ» в нижней линейной части кривой. Единица измерения: $1/(\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{день}))$ или $(\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{день})^{-1})$.

3 стадия. Охарактеризовать уровень приемлемости риска.

Необходимо выбрать 4 элемента с максимальными значениями коэффициентов опасности. Провести для этих элементов сопоставление с критериями приемлемости риска

на основании результатов по оценке риска (по отдельности как канцерогенного так и неканцерогенного), определить уровень риска и сделать заключение о его приемлемости.

4 стадия. Управление риском – осуществить подбор мероприятий по снижению риска для здоровья населения, если таковые потребуются.

В ходе анализа исходной выборки возникла необходимость в разделении города на функциональные зоны, с целью увеличения наглядности и достоверности результатов.

Дифференциация проходила по принципу принадлежности к функциональной зоне города. Выделилось шесть основных зон:

1. Правобережная (западная) жилая часть: 6, 7, 16, 17, 18, 26, 27, 28, 42 (9 точек)
2. Левобережная (восточная) жилая часть: 14, 15, 23, 24, 25, 33, 34, 44, 45 (9 точек)
3. Северная рекреационная зона: 1, 2, 3, 4, 5, 8, 10, 11, 12, 13, 22 (11 точек)
4. Южная рекреационная зона: 35, 36, 46, 47, 55, 56, 57, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 71 (14 точек)
5. Административный центр: 9, 19, 20, 21, 30, 31, 32, 43 (8 точек)
6. Промышленная зона: 29, 37, 38, 39, 40, 41, 51, 52, 53, 54, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 69 (17 точек)

Далее представлен анализ риска для всего города, без деления на функциональные зоны. Эти значения позволят нам выявить зоны повышенного риска для населения Йошкар-Олы.

Таблица 14. – Оценка не канцерогенного риска для территории г. Йошкар-Олы

Элемент	Код CAS	$C \pm s^{**}$ почв., мг/кг	КО пер.	КО инг.	КО
Хром* (VI)	18540-29-9	$184,3 \pm 70,1$	0,129	0,101	0,229
барий	7440-39-3	$281,6 \pm 103$	< 0,001	0,031	0,031

мышьяк	7440-38-2	$4,0 \pm 2,62$	0,018	0,007	0,025
железо	7439-89-6	$20346,4 \pm 7627$	0,093	0,002	0,095
цинк	7440-66-6	$86,0 \pm 56,1$	< 0,001	0,005	0,006
кобальт	7440-48-4	$9,4 \pm 3,29$	< 0,001	0,256	0,256
сурьма	7440-36-0	$0,6 \pm 0,39$	0,002	<0,001	0,002

*Красным выделены элементы, для которых впоследствии будет рассчитан канцерогенный риск.

** под знаком $\pm$ s указано стандартное отклонение

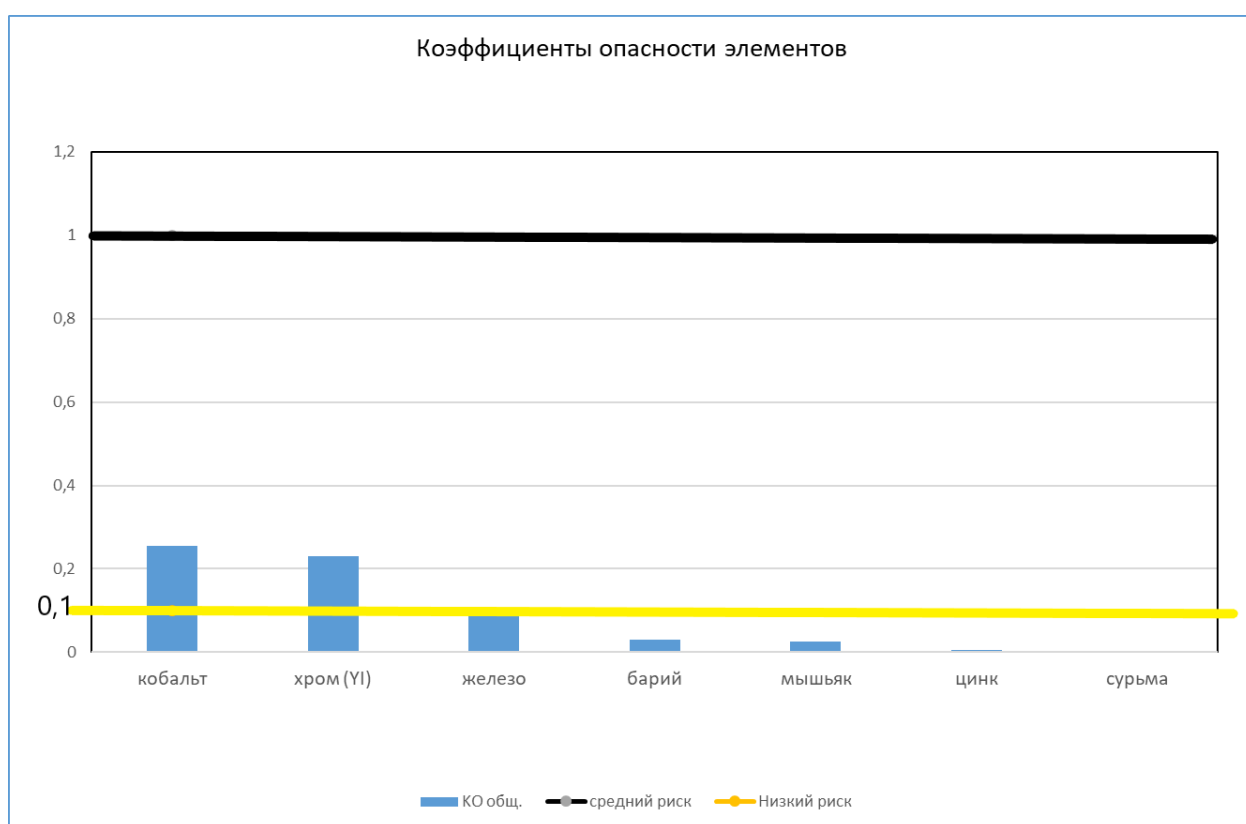


Рисунок 41. – Коэффициенты опасности ранжирования не канцерогенного риска токсического воздействия элементов в почвах на здоровье человека

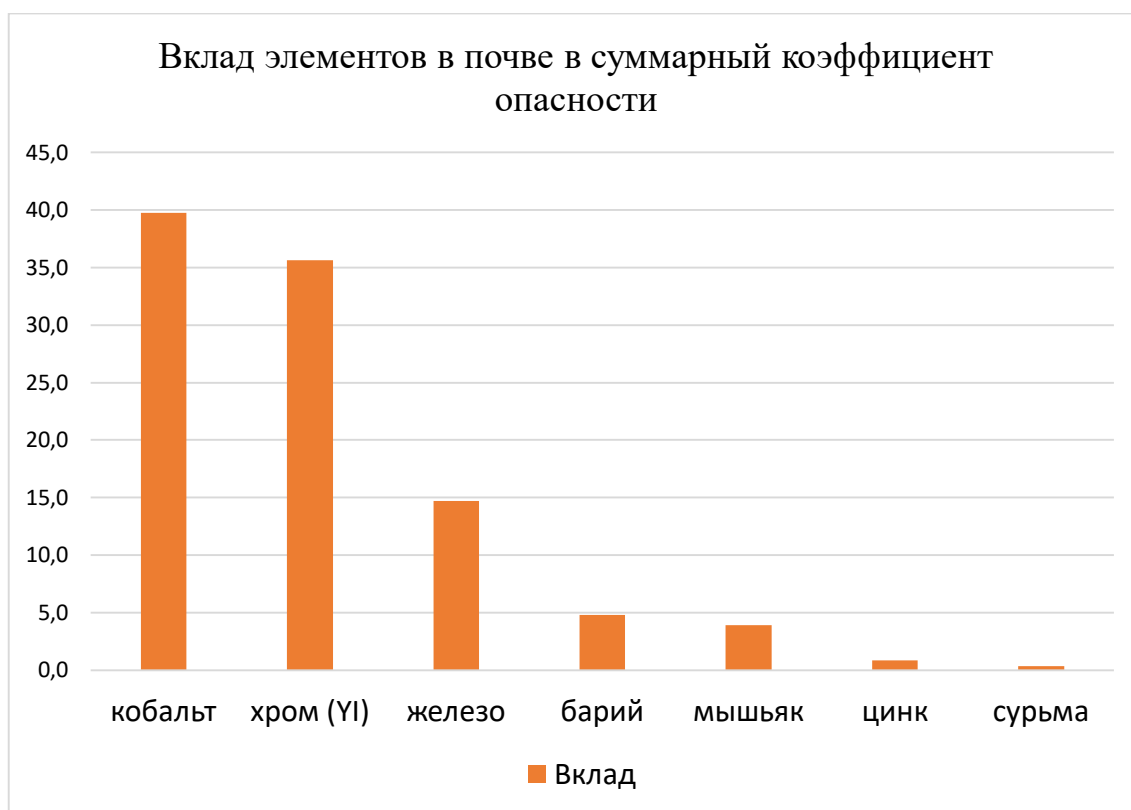


Рисунок 42. – Вклад элементов в почву в суммарный коэффициент опасности.

Таблица 15. – Характеристика канцерогенных свойств некоторых элементов, выбранных для расчета, и по которым имеются достоверные сведения о канцерогенности

Элемент	Код CAS	Описание канцерогенных свойств	SF, мг/(кг × сутки) ⁻¹
As	7440-38-2	Кожно-легочный канцероген. Основной источник проникновения – органы дыхания.	15
Co	7440-48-4	Оказывает общетоксическое, аллергическое и мутагенное действие.	9,8
Cr (VI)	18540-29-9	Соединения шестивалентного хрома оказывают тератогенное и канцерогенное действие (рак бронхов), вызывают аллергическую экзему, патологические изменения в почках, дерматиты, бронхиальную астму.	42

Таблица 16. – Средние содержания элементов в разных частях города (мг/кг).

Элемент \ Зоны	1	2	3	4	5	6
Cr	204,6	159,7	154,7	172,1	158,4	219,0
Fe	21201,0	19667,9	28091,3	23438,9	16949,5	18307,8
Co	10,85	8,24	11,87	10,93	7,62	8,60
Zn	73,3	62,7	90,7	82,7	104,6	101,8
As	3,44	4,75	4,93	5,35	2,82	3,62
Sb	0,502	0,610	0,739	0,732	0,619	0,558
Ba	335,8	250,2	341,3	348,2	216,1	225,1

Таблица 17. – Расчёт канцерогенного риска

Элемент	LADD2	SF	$R_{\text{инд.канц}} = LADD_2 (\text{канц.}) * SF$
Cr (VI)	0,0001082	42	0,004544137
As	$0,23 \cdot 10^{-5}$	15	$3,14 \cdot 10^{-5}$
Co	$0,55 \cdot 10^{-5}$	9,8	$5,38 \cdot 10^{-5}$

С целью анализа риска, исходящего от почв в **жилой части правобережья** города выделена выборка, которая включает в себя девять точек: 6, 7, 16, 17, 18, 26, 27, 28, 42. Анализируемая территория наполнена жилой застройкой различных годов создания, плотности и этажности. Нагрузка автотранспорта неравномерна и его влияние незначительно поскольку пробы отбирались во дворах.

Таблица 18. – Оценка не канцерогенного риска для правобережной жилой части города.

Элемент	Код CAS	C± с почв., мг/кг		КО пер.	КО инг.	КО
хром (VI)	18540-29-9	205	± 102	0,112	0,093	0,205
барий	7440-39-3	336	± 90,8	0,037	0,007	0,043
мышьяк	7440-38-2	3,44	± 0,724	0,006	0,016	0,022
железо	7439-89-6	21201	± 5103	0,002	0,097	0,099
цинк	7440-66-6	73,3	± 22,4	0,004	< 0,001	0,005
кобальт	7440-48-4	10,8	± 2,27	0,297	0,001	0,298
сурьма	7440-36-0	0,502	± 0,218	< 0,001	0,002	0,002

Расчёт канцерогенного риска по функциональным зонам города проводиться не будет, поскольку хром в исследуемых данных представлен в валовом содержании, а не в шестивалентной форме, как того требует методика расчёта канцерогенного риска. Поэтому корректно мы сумеем оценить лишь не канцерогенные риски.

Восточная жилая часть, **левобережная**, была оценена девятью объединенными пробами в точках: 14, 15, 23, 24, 25, 33, 34, 44, 45. Основные локации на оцениваемой территории, это микрорайоны «Сомбатхей», «Дубки». Годы застройки территории 1970-80 гг. XX века.

Таблица 19. – Оценка не канцерогенного риска для левобережной жилой части города.

Элемент	Код CAS	C± s почв., мг/кг	КО пер.	КО инг.	КО
хром (YI)	18540-29-9	160 ± 24,1	0,073	0,087	0,160
барий	7440-39-3	250 ± 86,2	0,005	0,027	0,032
мышьяк	7440-38-2	4,75 ± 2,64	0,022	0,009	0,030
железо	7439-89-6	19668 ± 5704	0,090	0,002	0,092
цинк	7440-66-6	62,7 ± 23,1	< 0,001	0,004	0,004
кобальт	7440-48-4	8,24 ± 3,17	0,001	0,225	0,226
сурьма	7440-36-0	0,61 ± 0,305	0,002	0,000	0,002

Север города, рекреационный район обследован путём изучения одиннадцати проб: 1, 2, 3, 4, 5, 8, 10, 11, 12, 13, 22. «Северная» рекреационная зона застроена в основном одноэтажными домами. Дороги либо давно не асфальтировались, либо грунтовые. Загруженность автотранспортом низкая.

Таблица 20. – Оценка не канцерогенного риска для северной рекреационной части города.

Элемент	Код CAS	C± s почв., мг/кг	КО пер.	КО инг.	КО
хром (YI)	18540-29-9	155 ± 14,7	0,071	0,085	0,155
барий	7440-39-3	341 ± 91,4	0,007	0,037	0,044
мышьяк	7440-38-2	4,93 ± 2,33	0,022	0,009	0,031
железо	7439-89-6	28091 ± 9079	0,128	0,003	0,131
цинк	7440-66-6	90,7 ± 27,5	0,000	0,006	0,006
кобальт	7440-48-4	11,9 ± 3,31	0,001	0,325	0,326
сурьма	7440-36-0	0,739 ± 0,319	0,003	< 0,001	0,003

Южная рекреационная зона исследована по результатам анализа почвы в четырнадцати точках: 35, 36, 46, 47, 55, 56, 57, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 71. Эта часть города характеризуется наибольшим озеленением, и наименьшей степенью застройки.

Таблица 21. – Оценка не канцерогенного риска для южной рекреационной части города.

Элемент	Код CAS	C± s почв., мг/кг	КО пер.	КО инг.	КО
хром (YI)	18540-29-9	172 ± 60,8	0,079	0,094	0,173
барий	7440-39-3	348 ± 62,9	0,007	0,038	0,045
мышьяк	7440-38-2	5,35 ± 3,74	0,024	0,010	0,034
железо	7439-89-6	23439 ± 7113	0,107	0,002	0,109
цинк	7440-66-6	82,65 ± 52,5	< 0,001	0,005	0,005
кобальт	7440-48-4	10,93 ± 2,25	0,001	0,299	0,300
сурьма	7440-36-0	0,732 ± 0,711	0,003	0,000	0,003

Состояние **административно – деловой** части Йошкар - Олы анализировалось по данным, полученным с восьми точек пробоотбора: 9, 19, 20, 21, 30, 31, 32, 43. Район максимально загружен легковым автотранспортом,

подавляющее большинство которого работает на бензине. Жилая застройка различного срока давности, имеется уплотнение жилой застройки.

Таблица 22. – Оценка не канцерогенного риска административного центра города.

Элемент	Код CAS	C± s почв., мг/кг	КО пер.	КО инг.	КО
хром (YI)	18540-29-9	158 ± 35,9	0,072	0,087	0,159
барий	7440-39-3	216 ± 80,01	0,004	0,024	0,028
мышьяк	7440-38-2	2,82 ± 1,24	0,013	0,005	0,018
железо	7439-89-6	16949 ± 5045	0,077	0,002	0,079
цинк	7440-66-6	104 ± 77,6	< 0,001	0,006	0,007
кобальт	7440-48-4	7,62 ± 3,21	0,001	0,209	0,209
сурьма	7440-36-0	0,619 ± 0,231	0,002	< 0,001	0,002

Промышленная зона города представлена наибольшим количеством точек; семнадцать объединенных проб легли в основу анализа риска на территории промышленной части города: 29, 37, 38, 39, 40, 41, 51, 52, 53, 54, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 69. Здесь сконцентрированы основные промышленные мощности города. Предприятия в основном были спроектированы и введены в эксплуатацию в середине XX века.

Таблица 23. – Оценка не канцерогенного риска промышленной зоны Йошкар-Олы.

Элемент	Код CAS	C± s почв., мг/кг	КО пер. ±...	КО инг. ±...	КО
хром (YI)	18540-29-9	219 ± 66,7	0,100	0,120	0,220
барий	7440-39-3	225 ± 58,1	0,004	0,025	0,029
мышьяк	7440-38-2	3,62 ± 2,55	0,017	0,007	0,023
железо	7439-89-6	18308 ± 4770	0,084	0,002	0,085
цинк	7440-66-6	101 ± 67,02	< 0,001	0,006	0,007
кобальт	7440-48-4	8,60 ± 1,83	0,001	0,235	0,236
сурьма	7440-36-0	0,558 ± 0,281	0,002	< 0,001	0,002

Из данных таблиц видно, что риск принимает либо низкие, либо минимальные значения, значит дополнительных мер по его снижению не требуется. Что касается снега, то там тоже всё благополучно: уровень пылевой нагрузки низок и не даёт поводов для опасения, а значит можно смело утверждать, что риски для жизни и здоровья населения, исходящие от исследованных компонентов среды минимальны.

Заключение

Город Йошкар – Ола является крупным историко – культурным и туристическим центром. Город привлекает к себе большие потоки туристов из других регионов России и зарубежья. Экологическая ситуация в городе позволяет говорить о безопасности городской среды для жителей и гостей столицы республики.

В ходе выполнения дипломной работы был изучен минеральный состав пылеаэрозолей, произведены расчёты пылевой нагрузки, создан картографический материал, описывающий ситуацию с загрязнением почвы и пылью в разных функциональных зонах города. Важно отметить, что твёрдый осадок снега в Йошкар – Оле ранее не изучался, равно как и почвы методом нейтронно – активационного анализа. Из этого следует научная новизна исследования: получены новые данные о содержании широкого перечня элементов, сделана попытка установить факторы, влияющие на распределение и накопление изучаемых элементов. Проведён литературный обзор, в ходе которого сделано сравнение Йошкар – Олы с другими городами России (Москва, Томск), по параметру мощности пылевой нагрузки. Рассчитаны риски для населения города. Исходя из вышеизложенного следует, что поставленные цели достигнуты и обозначенные задачи выполнены.

Что касается перспектив данного исследования, то в Марий Эл есть другие города, которые не были подвергнуты подробному изучению, но также обладают либо высоким промышленным, либо рекреационным и логистическим потенциалом. Волжск – является важным промышленным узлом республики, а Козьмодемьянск культурным, туристическим и историческим центром региона. Поэтому работа будет иметь продолжение и возможно будет составлен экологический портрет не только Республики Марий Эл в целом, что уже сделано силами региональных властей, но и каждого города в отдельности. Это позволит повысить инвестиционную привлекательность региона, поможет стать ему центром внутреннего туризма и обрести дополнительные источники дохода.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Предпроектный анализ

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследований

Результатом проводимого исследования являются сведения о состоянии окружающей среды на территории города Йошкар – Ола. Данная информация представляет интерес для следующих отраслей экономики:

Государственные структуры – сведения могут быть использованы при составлении докладов об экологическом состоянии региона.

Строительные и проектные организации могут использовать результаты исследования при проведении инженерных изысканий.

Научно-исследовательские институты и иные организации, работающие на нужды образования. Для проведения сравнительного анализа загрязненности исследуемых компонентов природной среды.

Туристические организации. Для них сведения об экологической безопасности города будут являться подспорьем при формировании имиджа региона в глазах потребителей.

Сегментировать рынок услуг можно по степени потребности использования данных расчетов. Результаты сегментирования представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Карта сегментирования рынка услуг по исследованию атмосферного воздуха

		Направление научного исследования			
		Исследование количественного содержания пылеватых частиц в снеговом покрове	Исследования минерального состава снежного покрова		Функциональное зонирование города по состоянию атмосферы и почвы
<i>Размер</i>	Крупные				
	Средние				
	Мелкие				



Фирма А



Фирма Б



Фирма В

Таким образом результаты ВКР будут нужны как крупным организациям, так и структурам малого бизнеса.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Оценка конкурентоспособности проекта является неотъемлемой частью анализа ресурсоэффективности, которая позволяет выявить сильные и слабые стороны проекта, подчеркнуть преимущества и сгладить влияние недостатков. Этот анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешно противостоять вызовам времени и соперникам. Необходимо с максимальной объективностью оценивать сильные и слабые стороны разработок конкурентов. Для этой цели необходимо использовать всю имеющуюся информацию о конкурентных разработках. Нужно иметь представление о всех аспектах исследовательской работы, таких как:

Техническое оснащение исследования: обеспеченность современными методиками и оборудованием.

Конкурентоспособность исследования. Научная новизна. Ценность полученных сведений для научного сообщества, государства и бизнеса.

Уровень завершенности работы. Есть – ли реальные результаты, имеются – ли публикации по теме исследования.

Бюджет. Насколько целесообразны траты конкурентов и сопоставимы – ли они с нашими.

Уровень проникновения на рынок: заинтересованность инвесторов, наличие спроса на результаты исследования.

Для систематизации критериев оценивания и расчёта интегрального показателя конкурентоспособности применяется метод оценочной карты, в которой приведен перечень критериев и список конкурентов по нашему исследованию, эта информация изложена в таблице 25.

На данный момент нашим самым сильным конкурентом на рынке экологического мониторинга и контроля в регионе является НПО «Тайфун». Организация, работающая по заказу Верхне – волжского ЦГМС, данные полученные её работниками используются при составлении государственных докладов о состоянии окружающей среды и имеют неоспоримое преимущество по части продвижения продукта, профессионализму сотрудников и набору методов. Также к нашим конкурентам можно отнести местных экологов из Марийского ЦГМС – филиала Верхне – волжского. Вместе с тем нашему проекту есть чем ответить.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_j, \quad (13)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

B_{ϕ}, K_{ϕ} – НИ ТПУ, наше исследование

$B_1 K_1$ – НПО «Тайфун»

$B_2 K_2$ – Марийское ЦГМС

Таблица 25. – Матрица конкурентных преимуществ.

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Соответствие требованиям потребителей	0,1	6	10	8	0,6	1	0,8
2. Надежность методов,	0,1	10	8	6	1	0,8	0,6
3. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,2	8	10	6	1,6	2	1,2
4. Достоверность результатов	0,1	8	8	6	0,8	0,8	0,6
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	8	8	6	0,8	0,8	0,6
2. Уровень проникновения на рынок	0,1	6	8	8	0,6	0,8	0,8
3. Цена	0,2	10	2	6	2	0,4	1,2
4. Финансирование научной разработки	0,1	8	4	2	0,8	0,4	0,2
Итого	1	64	58	48	8,2	7	6

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю по десятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 10 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

По итогу составления матрицы преимуществ были выделены следующие сильные стороны нашего исследования:

1. Низкая стоимость. Студенты получают стипендию, фонд оплаты труда для них крайне невысок. Это делает их работу практически бесплатной.
2. Передовые методы. Использование инструментального нейтронно – активационного анализа (ИНАА) при оценке загрязненности почв – редкое явление на рынке услуг экологического мониторинга.
3. Функциональность. Обработанные результаты ИНАА, атомно – абсорбционной спектроскопии несут в себе большое количество геохимической информации, что сокращает затраты по времени и финансам.
4. В данной работе изучается твёрдый осадок снега, подобного до нас в городе никто не делал. Конкуренты изучали талую воду и газовый состав атмосферы, но не твёрдый осадок и пылеаэрозоли.

4.1.3 SWOT – анализ.

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет со-бой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Анализ сильных и слабых сторон проекта необходим для более корректной оценки его конкурентных преимуществ и принятия управленческих решений, направленных на снижение влияния слабых сторон на проект и более успешного достижения цели исследования.

Сильные стороны:

С1. Данные, полученные методом ИНАА. Никто не делал исследование почв методом нейтронной активации до нас, мы – монополисты в регионе. Уникальный набор элементов – 28 элементов после статистической обработки данных дают общую оценку содержания элементов в городских почвогрунтах.

С2. Данные, полученные методом ПААС (Пламенная атомно – абсорбционная спектрометрия) – даёт оценку загрязненности экотоксикантами, данные могут быть использованы проектными организациями при проведении ИЭИ, получаемые результаты сопоставимы с ГОСТовскими методиками.

С3. *Снеговой покров.* Данные по пылеаэрозолям уникальные для региона. До нас такого исследования на территории города не проводилось. Изучался состав талых вод, ведётся мониторинг непосредственного газового состава атмосферы, но изучения твёрдого осадка снега не проводилось.

С4. Аккредитованные лаборатории и методы.

Слабые стороны.

Сл.1 Исследователь – студент. Квалификация такой рабочей силы зачастую ставится под сомнение.

Сл.2 Редко используемые методы. Такой набор методов исследования может быть не интересен потенциальным заказчикам, несмотря на обилие геохимической информации.

Сл.3 Малая доступность результатов исследования (тезисы в сборниках конференций)

Сл.4 Отсутствие стабильного финансирования проекта.

Возможности

В1 Рост популярности используемых технологий и методик

В2. Использование научно – технического потенциала ТПУ

В3. Укрепление межвузовского сотрудничества между ТПУ и ПГТУ

В4. Снижение стоимости работ за счёт привлечения молодых специалистов и студентов

В5. Повышение квалификации молодых кадров и их профессиональный рост.

Угрозы

У1. Отсутствие спроса на полученную в ходе исследования информацию

У2. Несвоевременное предоставление результатов на рынок и утрата актуальности таковых.

У3. Смена требований к оборудованию, лабораториям и методикам во время аккредитации.

У4. Нехватка финансирования.

Для большей уверенности в результатах SWOT– анализа строится интерактивная матрица проекта.

Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 26.

Таблица 26. – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	+	+	0
	B2	+	-	+	+
	B3	+	+	+	+
	B4	-	+	+	-
	B5	+	+	+	-
Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	-	+	-	0
	B2	-	-	-	-
	B3	-	+	-	0
	B4	-	0	+	+
	B5	-	-	0	-
Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4
	У1	+	-	+	-
	У2	-	-	+	-
	У3	+	+	+	+
	У4	-	+	+	-
Слабые стороны проекта					
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	0	+	+	0
	У2	+	-	+	+
	У3	+	+	+	+
	У4	-	+	+	+

Таким образом видим существенную корреляцию между сильными сторонами C1, C2 и C3. Они направлены на реализацию схожего спектра возможностей.

SWOT – анализ представлен в таблице 27.

Таблица 27. – SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	C1. Данные полученные методом ИНАА – уникальны C2. ПААС – часто используется гос. структурами при анализе почв C3. Пылеаэрозоли в снеге не исследовались на территории региона	Сл1. Исполнитель – студент, а не квалифицированный работник Сл2. Методы, использованные в исследовании мало распространены при государственном мониторинге Сл3. Малая доступность результатов.

	С4. Методы аккредитованы, достоверны и функциональны.	Сл4. Отсутствие стабильного финансирования.
Возможности В1 Рост популярности используемых технологий и методик В2. Использование научно – технического потенциала ТПУ В3. Укрепление межвузовского сотрудничества между ТПУ и ПГТУ В4. Снижение стоимости работ за счёт привлечения молодых специалистов и студентов В5. Повышение квалификации молодых кадров и их профессиональный рост.	Полученные данные уникальны для региона и объекта исследования. Методики, используемые при написании магистерской работы представлены в узком кругу учреждений. Вместе с тем они являются достаточно точными и скоростными для определения содержаний элементов в компонентах природной среды. Низкая стоимость работ достигается за счёт привлечения молодых специалистов из разных регионов, что укрепляет межвузовское сотрудничество и делает проект более успешным и помогает его продвижению на рынок услуг.	Научно – технический и кадровый потенциал ТПУ позволяет качественно подготовить специалистов – экологов, способных выполнять как производственные, так и научно –исследовательские задачи. Низкая стоимость по части трудовых затрат позволит продукту легче продвигаться на рынке услуг связанных с экологическим мониторингом и контролем. Доступность результатов возрастёт в ходе написания различных научных тезисов, статей и появлении публикаций. Также полная версия магистерской работы станет доступной после её написания. Финансирование осуществляется за счёт государственного бюджета, имеется возможность написания заявки на получение гранта.
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на полученную в ходе исследования информацию У2. Несвоевременное предоставление результатов на рынок и утрата актуальности таковых. У3. Смена требований к аккредитации оборудования, лабораторий и методик У4. Нехватка финансирования.	Данные получены разными методами и исследованы два компонента окружающей среды: почва и снежный покров, так что заинтересованность в результатах исследования есть, ввиду его широкого охвата исследуемых параметров. Основные лабораторные и камеральные работы завершены, можно говорить о входе на рынок. Оставшиеся работы по проекту не требуют крупных финансовых вложений.	Непрофессионализм исполнителя нивелируется научным руководителем и консультантами. Благодаря требованиям образовательной программы магистратуры необходимо в определенные сроки предоставить результаты своих исследований, это позволит вовремя выйти на рынок услуг и сохранить актуальность информации. В случае недостаточного финансирования будет написана заявка на грантовую поддержку.

4.1.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации.

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации. Это позволяет оценить текущий уровень знаний команды проекта и выявить непроработанные области. Оценка степени готовности дана в таблице 28.

Таблица 28. – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	4	4
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	3
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	4
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	3
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	3	4
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	2	2
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	1	1
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	3
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	4
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	2	2
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	1
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	4	3
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	3	3
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	1	1
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	4	3
	ИТОГО БАЛЛОВ	43	42

При проведении анализа по таблице 5, приведенной выше, по каждому показателю ставится оценка по пятибалльной шкале. При этом система измерения по каждому направлению (степень проработанности научного проекта, уровень имеющихся знаний у разработчика) отличается. Так, при оценке степени проработанности научного проекта 1 балл означает не проработанность проекта, 2 балла – слабую проработанность, 3 балла – выполнено, но в качестве не уверен, 4 балла – выполнено качественно, 5 баллов – имеется положительное заключение независимого эксперта. Для оценки уровня имеющихся знаний у разработчика система баллов принимает следующий вид: 1 означает не знаком или мало знаю, 2 – в объеме теоретических знаний, 3 – знаю теорию и практические примеры применения, 4 – знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 – знаю теорию, выполняю и могу консультировать.

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i \quad (14)$$

где: $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

В результате можно сделать вывод, что перспективность разработки научного проекта и уровень имеющихся знаний у разработчика находятся на одном уровне и имеют среднюю перспективность.

Вывод: В проекте существует ряд слабых сторон, требующих детальной проработки. Необходимо собрать команду для коммерциализации результатов научной работы, провести маркетинговые исследования по продвижению продукта на различные рынки: как внутренние, так и зарубежные. Имеется необходимость в выходе на международную арену, поскольку результаты исследований обладают ценностью для зарубежных учёных и налаживание международного сотрудничества в научном сообществе есть одна из приоритетных задач, которую необходимо решить в кратчайшие сроки.

Помимо этого, внимания требуют вопросы финансирования научной работы. Необходимо выработать стратегию поддержания и развития научной разработки, а также найти пути внедрения её результатов в различные сферы экономики: от государственного стратегического планирования развития города до туризма.

4.1.5. Методы коммерциализации результатов научно – технического исследования.

В качестве основного метода коммерциализации разработки избрана *Передача интеллектуальной собственности* уставной капитал предприятия. Это обусловлено тем, что наша работа может выполняться как разово, так и периодически. При необходимости можно наладить мониторинг или исследование других территорий по той схеме, по которой проведена нынешняя работа, включая набор оцениваемых критериев и способов камеральной обработки данных.

4.2 Инициация проекта

4.2.1 Цели и результат проекта

На данном этапе рассматриваются действия, происходящие при запуске проекта. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы, определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны, это отражено в таблице 29.

Таблица 29. – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
НИ Томский политехнический университет	Завершение проекта, апробация его результатов на научных конференциях и возможность внедрения в производство
Разработчик проекта (магистрант)	Получение геоэкологической информации об исследуемой территории, реализация исследовательского потенциала

Администрация г. Йошкар – Ола	Получение новых сведений о территории, независимая оценка рисков, связанных с проживанием в городе
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»	Получение новых знаний, апробация новых методик исследования, изучение новых компонентов природной и техногенной среды
Государство	Развитие науки, получение новых прикладных знаний об экологическом состоянии городов

Далее, в таблице 30, изложена информация о целях, задачах и критериях по достижению замысла проекта.

Таблица 30. – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Цель: Провести комплексную оценку состояния почвенного и снегового покрова на территории г. Йошкар – Олы с использованием современных и ресурсоэффективных методов
Ожидаемые результаты проекта:	Исследовать минеральный состав пылеаэрозолей Осуществить статистическую обработку данных, полученных при изучении почв города Оценить риски, сопряженные с загрязнением почв и снежного покрова.
Критерии приемки результата проекта:	Доказать эффективность используемых лабораторных и полевых методов, провести комплексную оценку результатов исследования с помощью эффективных методов статистического анализа.
Требования к результату проекта:	Требование:
	Получение сведений о минеральном составе твердого осадка снега с минимальными материальными и временными затратами.
	Расчёт основных статистических характеристик, построение корреляционных матриц, граф ассоциации элементов, выделение факторов, влияющих на распределение элементов в почве.
	Расчёт показателей канцерогенного и не канцерогенного риска, исходящего от почв, определение вероятности развития заболеваний по причине загрязнения снежного покрова.

4.2.2. Организационная структура проекта.

На данном этапе определяется состав рабочей группы и роль каждого участника в ней. Описываются выполняемые ими функции, оцениваются трудозатраты. Данная информация представлена в таблице 31.

Таблица 31. – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1	Язиков Е.Г., ТПУ, ОГ, проф., д.г-м.н.	Руководитель проекта	Реализация проекта в пределах заданных ограничений по ресурсам, координация деятельности участников проекта	100
2	Гончаров Е.А. ПГТУ, доцент, к.с/х.н.	Эксперт проекта	Консультирование по выполнению ВКР	100
3	Барановская Н.В. ТПУ проф., д.б.н.	Эксперт проекта	Консультирование по выполнению ВКР	100
4	Болсуновская Л.М., ТПУ, ОИЯ, ст. препод.	Эксперт проекта	Консультирование по выполнению английской части	3
5	Рыжакина Т.Г., ТПУ, ОСГН, доцент, к.э.н.	Эксперт проекта	Консультирование по выполнению раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	3
6	Скачкова Л.А., ТПУ, ОБД, ст. препод.	Эксперт проекта	Консультирование по выполнению раздела «Социальная ответственность»	3
7	Леухин И.В., ТПУ,ОГ, магистрант	Исполнитель по проекту		1000
ИТОГО				1309

4.2.3. Ограничения и допущения проекта.

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а так же «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта.

Таблица 32. – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	1195780 рублей
3.1.1. Источник финансирования	ФГБАО НИ «Томский политехнический университет».
3.2. Сроки проекта:	31.01.2020 – 03.06.2020

3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	31.01.2020
3.2.2. Дата завершения проекта	03.06.2020
3.3. Прочие ограничения и допущения*	Продление сроков до 01.06.2020

4.3 Планирование управления научно-техническим проектом

4.3.1 Иерархическая структура работ проекта

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы:

- иерархическая структура работ проекта;
- контрольные события проекта;
- план проекта;
- бюджет научного исследования.

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта. На рисунке 43 представлен шаблон иерархической структуры.



Рисунок 43 – Иерархическая структура по ВКР

4.3.2. План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный и сетевой графики проекта.

Линейный график представляется в виде таблицы (табл. 33). В нём приведены в привычном нам, письменном виде все основные задачи проекта, со сроками их исполнения и ответственными за это людьми.

Таблица 33. – Календарный план проекта

Код работы (из ИСР)	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
1	Утверждение проекта	2	03.10.2019	05.10.2019	Язиков Е.Г.
1.1	Утверждение научного руководителя	8	03.09.2019	10.09.2019	Язиков Е.Г.
1.2	Утверждение темы проекта	25	11.09.2019	05.10.2019	Язиков Е.Г.

1.3	Изучение литературы по теме исследования	95	06.10.2019	24.01.2020	Леухин И.В.
2	Отбор проб снежного покрова	5	25.01.19	30.01.19	
3	Подготовка проб твёрдого осадка снега	10	31.01.19	02.02.20	
4	Изучение минерального состава твёрдого осадка снега методом оптической микроскопии	33	07.02.20	11.03.20	
5	Изучение минерального состава методом рентгенофазового анализа	3	10.03.20	13.03.20	
6	Камеральная обработка результатов лабораторного этапа	5	11.03.20	15.03.20	
7	Статистическая обработка результатов исследования почвы	5	15.03.20	20.03.20	
8	Расчёт рисков для населения, сопряженных с загрязнением различных компонентов природной среды	10	21.03.20	31.03.20	
9	Написание отчётов, составление чернового варианта дипломной работы	55	01.04.20	25.05.20	
10	Проверка чернового варианта дипломной работы	3	26.05.20	29.05.20	Язиков Е.Г.
11	Исправление ошибок, составление окончательного варианта ВКР*	2	30.05.20	31.05.20	Леухин И.В.
12	Утверждение ВКР	2	01.06.20	02.06.20	Язиков Е.Г.

13	Научное руководство	140	31.01.19	19.06.20	Язиков Е.Г.
13	Предзащита и защита ВКР	16	03.06.20	19.06.20	Леухин И.В.
Итого:					

**Выпускная Квалификационная Работа магистра.*

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм(гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ, эта информация описана в таблице 34.

Таблица 34. – Календарный план график проведения НИОКР *

Наименование этапа	Т, дней	2018				2019								2020						
		Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май
Составление технического задания																				
Изучение литературы																				
Экспериментальная часть																				
Обработка результатов																				

■ – магистрант (Леухин И.В.) □ – руководитель (Язиков Е.Г.)

*Научно – исследовательские и опытно – конструкторские работы.

4.4. Бюджет научного исследования

В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям, представленным в таблице 35.

Таблица 35. – Группировка затрат по статьям

Вид работ	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ
Отбор проб снега	Блокнот, карандаш, шариковая ручка	Пластиковый черпак, мешки полиэтиленовые
Снеготаяние	-	Пластиковые тазы
Выделение твердого осадка	Фильтры «синяя лента»	Колбы конические на 250 мл., воронки

Подготовка твердого осадка снега к рентгенофазовому анализу	-	Сито, весы электронные, агатовая ступка, пестик
Рентгенофазовый анализ	-	Дифрактометр D2 Phaser bruker
Изучение проб методом оптической микроскопии	-	
Камеральная обработка и составление отчетов	Бумага, материал для картриджей	Принтер, персональный компьютер, программное обеспечение: Statistica, MSOffice, Surfer, Mapinfo, CorelDraw.

Для учета затрат на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, производится расчет стоимости материальных затрат по действующим прейскурантам или договорным ценам. Результаты представлены в таблице 36.

Таблица 36. – Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование	Марка, размер	Кол-во	Цена за единицу с НДС, руб.	Сумма, руб.
Таз пластиковый	13 л	4	275	1100
Таз пластиковый	17,5 л	2	279	558
Беззольные фильтры	Тип Синяя лента	1 пачка / 100 шт.	86.60	86.60
Воронка пластмассовая	Диаметр 10 см.	6	10	60
Бутылки полиэтиленовые		6	10	60
Мешки полиэтиленовые	100 л	1 пачка / 10 шт.	85	85
Безмен механический	Диапазон измерений до 10 кг	1	205	205
Бумага	500 листов	1 пачка / 500 листов	229	229
Ручки шариковые	Pilot	2	30	60
Карандаши	Томск Сибирский кедр	2	18	36
Блокнот для записей		1	30	30
Расходы на печать (ч/б)	-	120	3 р. / лист	360
Расходы на печать (цветная)	-	10	10 р. / лист	100
Всего за материалы				1969,6
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)				98,45
Итого по статье С_м				2608,05

4.4.1. Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

Таблица 37. – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования,руб.	Общая стоимость оборудования,руб.
1.	Оптический микроскоп LeicaEZ4D с программным обеспечением.	6	100	600
2.	Дифрактометр D2 Phaserbruker	1	1000	1000
	Ноутбук Asus X541UJ	1	30000	30000
	Statistica	1	20300	20300
	MSOffice	1	3400	3400
	Surfer	1	16000	16000
	Mapinfo	1	22000	22000
	CorelDraw	1	6000	6000
Итого:				99300

4.4.2. Расчет основной заработной платы

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 38.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (15)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot Т_{\text{раб}} \quad (16)$$

где $З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

$Т_{\text{раб}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$З_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot М}{F_{\text{д}}} \quad (17)$$

где: $З_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

$М$ – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $М = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $М = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 38 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Магистрант
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	99	99
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	24	24
- невыходы по болезни	14	14
Действительный годовой фонд рабочего времени	212	212

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{б}} \cdot (к_{\text{пр}} + к_{\text{д}}) \cdot к_{\text{р}} \quad (18)$$

где: $З_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$к_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда);

$к_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда);

$к_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Основная заработная плата руководителя (от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в ТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

1) оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями, например, ассистент, ст. преподаватель, доцент, профессор. Базовый оклад Z_6 определяется исходя из размеров окладов, определенных штатным расписанием предприятия.

2) стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.

3) иные выплаты; районный коэффициент.

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 39.

Таблица 39 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Z_6 , руб.	$K_{пр}$	K_d	K_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	$T_{раб.}$, раб. дн.	$Z_{осн.}$, руб.
Руководитель	30000	1	0,02	1,3	39780	1499	212	445536
Магистрант	1923	-	-	1,3	2500	132	212	27998

4.4.3. Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{доп} = K_{доп} \cdot Z_{осн} \quad (19)$$

где $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$K_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты (10%);

$Z_{осн}$ – основная заработная плата, руб.

В таблице 40 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 40 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Магистрант
Основная зарплата, руб.	445536	27998,9

Дополнительная зарплата, руб.	44553,6	2799,9
Итого по статье С _{зп} , руб.	520888,4	

4.4.4. Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб.}} = k_{\text{внеб.}} (З_{\text{осн.}} + З_{\text{доп.}})$$

Где $k_{\text{внеб.}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр., и равен 0,3).

$$C_{\text{внеб.}} = 0,3 * (473534,9 + 47353,5) = 156266,5 \text{ рублей}$$

4.4.5. Накладные расходы

Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = K_{\text{накл}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}})$$

где: $K_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов.

$$C_{\text{накл}} = 0,8 * (473534,9 + 47353,5) = 416710,7 \text{ рублей}$$

4.4.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции (табл. 41).

Таблица 41 – Затраты научно-исследовательской работы

Затраты по статьям						
Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Накладные расходы	Отчисления на социальные нужды	Итого плановая себестоимость
2608,05	99300	473534,9	47353,49	416710,7	156266,5	1195773,64

4.5 Организационная структура проекта

В практике используется несколько вариантов организационных структур: функциональная, проектная, матричная (рисунок 2). Для нашего случая больше всего подходит проектная организационная структура.



Рисунок 44 – Проектная структура проекта

4.5.1 План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражающий требования к коммуникациям со стороны участников проекта представлен в таблице 42.

Таблица 42 – План управления коммуникациями

№ п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1.	Статус проекта	Магистрант	Научному руководителю	Ежемесячно (первый понедельник месяца)
2.	Обмен информацией о текущем состоянии проекта	Магистрант	Научному руководителю	Еженедельно (пятница)
3.	Результаты проверки частей ВКР	Научный руководитель	Магистранту	По мере готовности
4.	Документы и информация по проекту	Магистрант	Научному руководителю	Не позже сроков графиков и к. точек
5.	О выполнении контрольной точки	Магистрант	Научному руководителю	Не позже дня контрольного события по плану управления

4.5.2. Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты.

Информация по возможным рискам сведена в таблицу 43.

Таблица 43 – Реестр рисков

№	Риск	Вероятность наступления риска	Влияние риска	Уровень риска	Способы смягчения риска
1	Отсутствие интереса к результатам исследования	3	4	Низкий	Привлечения природоохранных предприятий, публикация результатов
2	Отсутствие разрешения со стороны администрации региона	1	5	Низкий	Использования возможностей ТПУ и ПТУ для обоснования необходимости эколого- геохимической оценки

3	Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства	2	4	Высокий	Использования возможности ТПУ для переговоров и заключения контрактов, поиск сторонних источников финансирования
---	---	---	---	---------	--

4.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности

4.6.1 Оценка абсолютной эффективности исследования

В основе проектного подхода к инвестиционной деятельности предприятия лежит принцип денежных потоков. Особенностью является его прогнозный и долгосрочный характер, поэтому в применяемом подходе к анализу учитываются фактор времени и фактор риска. Для оценки общей экономической эффективности используются следующие основные показатели:

- чистая текущая стоимость (NPV);
- индекс доходности (PI);
- внутренняя ставка доходности (IRR);
- срок окупаемости (DPP).

4.6.2 Чистая текущая стоимость (NPV)

Чистая текущая стоимость (NPV) – это показатель экономической эффективности инвестиционного проекта, который рассчитывается путём дисконтирования (приведения к текущей стоимости, т.е. на момент инвестирования) ожидаемых денежных потоков (как доходов, так и расходов).

Расчёт NPV осуществляется по следующей формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{онт}}{(1+i)^t} - I_0 \quad (20)$$

где: $ЧДП_{онт}$ – чистые денежные поступления от операционной деятельности;

I_0 – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году;

t – номер шага расчета ($t = 0, 1, 2 \dots n$)

n – горизонт расчета;

i – ставка дисконтирования (желаемый уровень доходности инвестируемых средств).

Расчёт NPV позволяет судить о целесообразности инвестирования денежных средств. Если $NPV > 0$, то проект оказывается эффективным.

Расчет чистой текущей стоимости представлен в таблице 44. При расчете рентабельность проекта составляла 20 %, амортизационное отчисления 10 %.

Таблица 44 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации, руб.	0	1434928	1434928	1434928	1434928
2	Итого приток, руб.	0	1434928	1434928	1434928	1434928
3	Инвестиционные издержки, руб.	-1195773	0	0	0	0
4	Операционные затраты, руб.	0	358731,9	358731,9	358731,9	358731,9
5	Налогооблагаемая прибыль		1076196	1076196	1076196	1076196
6	Налоги 20 %, руб.	0	215239,1	215239,1	215239,1	215239,1
7	Итого отток, руб.	-1195773	573971	573971	573971	573971
8	Чистая прибыль, руб.		860956,6	860956,6	860956,6	860956,6
9	Чистый денежный поток (ЧДП), руб.	-1195773	980533,9	980533,9	980533,9	980533,9
10	Коэффициент дисконтирования (КД)	1	0,833	0,694	0,578	0,482
11	Чистый дисконтированный денежный поток (ЧДД), руб.	-1195773	816784,7	680490,5	566748,6	472617,3
12	$\sum \text{ЧДД}$	2536641				
12	Итого NPV, руб.	1340868				

Коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$КД = \frac{1}{(1+i)^t} \quad (21)$$

где: i – ставка дисконтирования, 20 %;

t – шаг расчета.

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет **1340868**. рублей, что позволяет судить об его эффективности.

4.6.3 Индекс доходности (PI)

Индекс доходности (PI) – показатель эффективности инвестиции, представляющий собой отношение дисконтированных доходов к размеру инвестиционного капитала. Данный показатель позволяет определить инвестиционную эффективность вложений в данный проект. Индекс доходности рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_t}{(1+i)^t} / I_0 \quad (22)$$

где: ЧДД - чистый денежный поток, млн. руб.;

I_0 – начальный инвестиционный капитал, млн. руб.

Таким образом PI для данного проекта составляет:

$$PI = \frac{2536641}{1195773} = 2,121$$

Так как $PI > 1$, то проект является эффективным.

4.6.4 Внутренняя ставка доходности (IRR)

Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или IRR. Формальное определение «внутренней ставки доходности» заключается в том, что это та ставка дисконтирования, при которой суммы дисконтированных притоков денежных средств равны сумме дисконтированных оттоков или $NPV=0$. По разности между IRR и ставкой дисконтирования i можно судить о запасе экономической прочности инвестиционного проекта. Чем ближе IRR к ставке дисконтирования i , тем больше риск от инвестирования в данный проект.

$$\sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{опt}}{(1+IRR)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+IRR)^t} \quad (23)$$

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования (i) существует обратная зависимость. Эта зависимость представлена в таблице 45 и на рисунке 3.

Таблица 45 - Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	NPV, руб.
1	Чистые денежные потоки, млн. руб.	-1195773	980533,9	980533,9	980533,9	980533,9	
2	Коэффициент дисконтирования						
	0,1	1	0,909	0,826	0,751	0,683	
	0,2	1	0,833	0,694	0,578	0,482	
	0,3	1	0,769	0,592	0,455	0,350	
	0,4	1	0,714	0,51	0,364	0,260	
	0,5	1	0,667	0,444	0,295	0,198	
	0,6	1	0,625	0,39	0,244	0,153	
	0,7	1	0,588	0,335	0,203	0,112	
	0,8	1	0,556	0,309	0,171	0,095	
	0,9	1	0,526	0,277	0,146	0,077	
	1	1	0,5	0,25	0,125	0,062	
3	Дисконтированный денежный поток, млн. руб.						сумма
	0,1	-1195773	891305,3	809921	736380,9	669704,6	1911539
	0,2	-1195773	816784,7	680490,5	566748,6	472617,3	1340868
	0,3	-1195773	754030,5	580476	446142,9	343186,9	928063,3
	0,4	-1195773	700101,2	500072,3	356914,3	254938,8	616253,6
	0,5	-1195773	654016,1	435357	289257,5	194145,7	377003,3
	0,6	-1195773	612833,7	382408,2	239250,3	150021,7	188740,8
	0,7	-1195773	576553,9	328478,8	199048,4	109819,8	18127,92
	0,8	-1195773	545176,8	302985	167671,3	93150,72	-86789,2
	0,9	-1195773	515760,8	271607,9	143157,9	75501,11	-189745
	1	-1195773	490266,9	245133,5	122566,7	60793,1	-277013

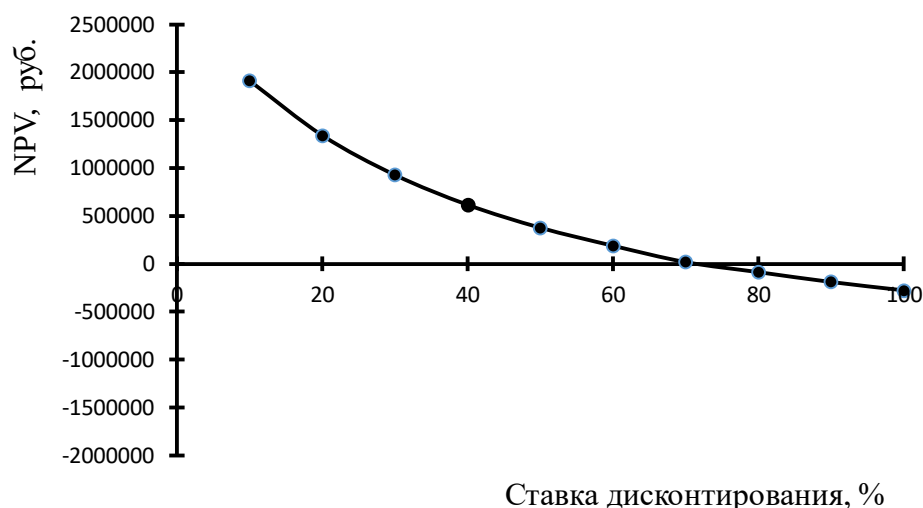


Рисунок 45 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или «внутренней нормы прибыли». Из графика получаем, что IRR составляет **0,72**.

Запас экономической прочности проекта: $72\% - 20\% = 52\%$

4.6.5 Дисконтированный срок окупаемости

Как отмечалось ранее, одним из недостатков показателя простого срока окупаемости является игнорирование в процессе его расчета разной ценности денег во времени. Этот недостаток устраняется путем определения дисконтированного срока окупаемости. То есть это время, за которое денежные средства должны совершить оборот.

Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока (см. таблица 46).

Таблица 46 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Дисконтированный чистый денежный поток ($i = 0,20$), млн. руб.	-1195773	816784,7	680490,5	566748,6	472617,3

2	То же нарастающим итогом, млн. руб.	-1195773	-378988	301502,2	868250,8	1340868
3	Дисконтированный срок окупаемости	РР_{дск} = $1 + 378988 / 680490 = 1,56$ года				

Срок окупаемости составляет **1,56 года**.

Социальная эффективность научного проекта учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населения или групп лиц, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты (таблица 47).

Таблица 47 – Критерии социальной эффективности

ДО	ПОСЛЕ
Загрязнение компонентов окружающей среды различными источниками антропогенного воздействия	Подробно изучено распределение элементов в различных природных средах
Нехватка обширных и достоверных данных о состоянии почвенного покрова и отсутствие информации о твёрдом осадке снега	Обобщены и структурированы данные о содержании различных загрязняющих веществ в почвах города, оценено их влияние на здоровье населения. Впервые получены данные о минеральном составе и количественном содержании твёрдого осадка снега.

4.6.6 Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по следующей формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (24)$$

где: $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (25)$$

где: I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в форме таблицы (табл. 48).

Таблица 48 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ ПО	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1 Использование данных в эколого-геохимическом мониторинге	0,30	5	4	3
2 Использование данных в медицинских исследованиях	0,20	4	3	2
3. Точность методов	0,1	4	4	2
4. Безопасность использования	0,15	4	3	3
6. Создание электронной базы	0,25	4	4	4
ИТОГО	1	21	18	14

$$I_m^p = 5 \cdot 0,30 + 4 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,25 = 4,3$$

$$I_1^A = 4 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,20 = 3,05$$

$$I_2^A = 3 \cdot 0,20 + 2 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,20 = 2,55$$

Интегральный показатель эффективности разработки $I_{финр}^p$ и аналога $I_{финр}^a$ определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_{\phi}^p}; I_{финр}^a = \frac{I_m^a}{I_{\phi}^a} \quad (26)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^a} \quad (27)$$

где: $\mathcal{E}_{ср}$ – сравнительная эффективность проекта;

$I_{финр}^p$ – интегральный показатель разработки;

$I_{финр}^a$ – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Сравнительная эффективность разработки по сравнению с аналогами представлена в таблице 49 [18].

Таблица 49 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки: $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$	0,6	1	0,8
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки I_{pi}	4,3	3,05	2,55
3	Интегральный показатель эффективности $I_{\text{финр}}^p$	7,17	3,05	3,19
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения $\bar{E}_{\text{ср}}$	2,35 (p/a ₁)		2,25(p/a ₂)

Вывод: В ходе сравнения интегральных показателей эффективности выяснилось, что разработанный вариант выполнения проекта является наиболее эффективным для решения перечня задач и целей, определенных в рамках магистерской работы. Сравнительная эффективность выбранного пути выше аналогов более чем в два раза.

Был рассчитан бюджет научного исследования, определены все статьи расходов, найдены сильные и слабые стороны проекта, предложены меры по смягчению рисков. В результате расчётной части был получен ряд важных показателей, дающих нам право говорить о жизнеспособности проекта на рынке. В ходе выполнения раздела финансового менеджмента рассчитан бюджет научного исследования, определена чистая текущая стоимость, (NPV), равная 1340868 млн. руб.; индекс доходности PI=2,121; внутренняя ставка доходности IRR=72%, срок окупаемости = 1,56 года.

Таким образом мы имеем ресурсоэффективный проект с высоким запасом финансовой прочности и коротким сроком окупаемости.

Глава 5 Социальная ответственность при эколого - геохимической оценке территории города Йошкар – Ола по данным изучения и снегового и почвенного покровов.

Введение

Основной целью данного исследования является проведение комплексной оценки состояния почвенного и снегового покрова на территории города Йошкар - Ола. В перечне задач выделяются такие пункты как изучение минерального состава пылеаэрозолей. А именно требуется осуществление пробоотбора, с последующей пробоподготовкой и проведением различных аналитических процедур.

В данном разделе рассмотрены основные факторы риска, условия труда в учебных корпусах и лабораториях ТПУ, где осуществляется исследование.

Рабочее место расположено на пятом этаже здания (20 корпус ТПУ), имеет естественное и искусственное освещение. Общая площадь помещения 18 м². Длина помещения 6 м, ширина 3 м. В помещении имеется несколько ПК и рабочих столов. Также есть стол с оптическими микроскопами.

Пробы исследуемого вещества были упакованы в бумажные конверты, вместе с фильтрами, на котором был осаждён твёрдый осадок снега и доставлены в лабораторию, где проводилось их подробное изучение.

Лаборатория, имеет естественное и искусственное освещение. Общая площадь помещения 15 м². Длина помещения 5 м, ширина 3 м. В лаборатории расположен дифрактометр D2 Phaser, оптический микроскоп Leica EZ4D, два ПК, комплект предметных стёкол, агатовая ступка и пестик для пробоподготовки. Выполнение данной выпускной квалификационной работы осуществлялось с помощью прикладного программного обеспечения. Результаты заносились в базу данных. Затем они обрабатывались в электронных таблицах «Microsoft Excel», «Statistica».

Цель данного раздела: проанализировать опасные и вредные факторы при данном виде организационной деятельности и решить вопросы обеспечения защиты от них на основе требований действующих нормативно-технических документов.

5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.1.1. Требования к помещениям для работы с персональным компьютером, лабораторными приборами.

Негативное воздействие на человека персонального компьютера выражается в ощущении операторами к концу рабочего дня головной боли, рези в глазах, тянущих болей в мышцах шеи, рук, спины, зуда кожи лица.

Санитарно-гигиенические требования к помещениям для эксплуатации компьютера согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [35] следующие: рабочие места с компьютером требуется располагать во всех помещениях, кроме подвальных, с окнами, выходящими на север и северо-восток. В зависимости от ориентации окон рекомендуется следующая окраска стен и пола помещения:

- окна ориентированы на юг – стены зеленовато-голубого или светло-голубого цвета, пол – зеленый;
- окна ориентированы на север – стены светло-оранжевого или оранжево-желтого цвета, пол – красновато-оранжевый;
- окна ориентированы на восток и запад – стены желто-зеленого цвета, пол – зеленый или красновато-оранжевый.

Пол помещения должен быть ровный, антистатический. Отделка помещения полимерными материалами производится только с разрешения Госсанэпиднадзора. В образовательных помещениях запрещается применять полимерные материалы (полиуретановые, эпоксидные, полиэфирные) выделяющие в воздух вредные химические вещества. В помещении должны быть медицинская аптечка и углекислый огнетушитель. Расстояние между

боковыми поверхностями мониторов – не менее 1,2 м. Оконные проемы должны иметь регулирующие устройства (жалюзи, шторы). Компьютер нужно установить так, чтобы на экран не падал прямой свет (иначе экран будет отсвечивать, что является вредным для глаз). Оптимальное положение при работе – боком к окну.

Компоновка рабочего места должна отвечать ряду требований, прописанных в ГОСТ 12.2.032-78 [29] Эти требования актуальны при работе за ПК, осуществлении работ за оптическим микроскопом и дифрактометром. Зона рабочего места должна быть укомплектована в соответствии с антропометрическими параметрами оператора, для более удобной работы на рабочих местах, где выполнялась дипломная работа были установлены регулируемые кресла ГОСТ 21889-76 [30].

Выделяются различные зоны досягаемости предметов и объектов рабочей зоны, высота объектов рабочей зоны также крайне важна для качественного выполнения поставленных перед исследователем задач.

Аналитическая работа проходила в лаборатории, которая регулируется ПНДФ 12.12.1-03 [31] Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения). Необходимо пройти вводный инструктаж перед началом работы в аналитической лаборатории. При работе в лаборатории с химическими едкими веществами лаборант должен надевать специальный халат и средства индивидуальной защиты, необходимо соблюдать правила безопасности по обращению с химическими веществами. При работе необходимо всегда выполнять правила пожарной безопасности и электробезопасности.

Камеральный этап занимал в написании работы большую часть затраченного времени, поэтому аспекты работы за персональным компьютером будут рассмотрены отдельно.

5.1.2. Требования в области эксплуатации персонального компьютера

Персональный компьютер (ПК) - Настольная микроЭВМ, имеющая эксплуатационные характеристики бытового прибора и универсальные функциональные возможности [32].

Основные части персонального компьютера являются: дисплей, механизм ручного управления (клавиатура и мышь), системный блок. Остановимся на каждой из них.

Видеодисплеи не должны быть размещены так, чтобы линия визирования оператора находилась вне рекомендуемой и допустимой зон, за исключением случаев, когда пользователю предоставлены соответствующие вспомогательные средства. Например, использованы дополнительные акустические индикаторы или другие устройства, которые не требуют больших изменений позы оператора. В любом случае несоответствующая зона может быть использована только для дисплеев, информация на которых не влияет на безопасность [33].

Далее рассмотрим устройства для ввода информации. Основные требования к клавиатуре отражены в ГОСТ Р ИСО 9241-4-2009 [34]. Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (VDT). Часть 4. Требования к клавиатуре. В ходе выполнения работ была использована клавиатура с плоским профилем. Клавиатура на используемых ПК была исправна, бездребезжания, с низкой отражательной способностью, чётко различимыми обозначениями клавиш и выделенной отдельно цифровой группой.

Степень шумового воздействия, исходящего от персональных компьютеров должна соответствовать требованиям, приведённым в [35]. Допустимые уровни звукового давления и уровней звука, создаваемых ПК, представлены в таблице 50.

Таблица 50 – Допустимые значения уровней звукового давления в октавных полосах частот и уровня звука, создаваемого ПК

Уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами									Уровни звука в дБА
31,5 Гц	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц	8000 Гц	
86 дБ	71 дБ	61 дБ	54 дБ	49 дБ	45 дБ	42 дБ	40 дБ	38 дБ	50

Измерение уровня звука и уровней звукового давления проводится на расстоянии 50 см от поверхности оборудования и на высоте расположения источника(ков) звука.

Таким образом, устройства на которых осуществлялась данная дипломная работа соответствуют всем выдвигаемым к ним требованиям.

Следует помнить, что любая работа вызывает утомление. С целью снятия усталости существует набор профилактических мер.

Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья профессиональных пользователей должны устанавливаться регламентированные перерывы в течение рабочей смены. После каждого часа работы за компьютером следует делать перерыв на 5-10 минут. Глаза начинают уставать уже через час после непрерывной работы с компьютером. Снимать утомление глаз можно даже во время работы в течение нескольких секунд поворачивая ими по часовой стрелке и обратно. Это следует чередовать с легкими гимнастическими упражнениями для всего тела. Ежедневная работа высокой интенсивности и с нервно-эмоциональным напряжением по 12 и более часов не допускается [36].

К самостоятельной работе с ВДТ (видео дисплейными терминалами) и компьютером допускаются сотрудники, изучившие порядок их эксплуатации, прошедшие первичный инструктаж на рабочем месте и аттестацию по электробезопасности с присвоением второй квалификационной группы [37].

5.2. Производственная безопасность

5.2.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования

В процессе проведения полевого этапа – отбора проб снега среди вредных факторов можно выделить шумовое воздействие, поскольку пробы снежного покрова будут отбираться также вблизи автодорог. Более подробно негативные воздействия мы рассмотрим далее.

5.2.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований

Во время лабораторных работ подготавливаются пробы для аналитических исследований: изучение вещественного состава 5 проб с помощью шлихового анализа (бинокулярный стереоскопический микроскоп LeicaZN 4D с видео-приставкой), и 1 пробы с помощью рентгенофазового анализа (дифрактометр Bruker D2 Phaser) в лабораториях МИНОЦ «Урановая геология» на базе отделения геологии ТПУ.

В данном разделе будут рассмотрены основные опасные и вредные факторы, которые возникают при исследовании твердого осадка снега в лабораторных условиях. Данные факторы были выбраны с помощью ГОСТа 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [38] и приведены в таблице 51 [39].

Таблица 51 – Основные опасные и вредные факторы, которые возникают при исследовании твердого осадка снега в лабораторных условиях.

(ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Полевой	Лабоарто	Камераль ный этап	
1 .Отклонение показателей микроклимата в помещении		+		СанПиН 2.2.4.548-96 [40] СанПиН 2.2.4.1294-03[41] ГОСТ 30494-96 [42]
2. Повышенный уровень шума	+	+		ГОСТ 12.1.029-80 [43] ГОСТ 12.1.003-83 [44]

3. Отсутствие или недостаток естественного света		+	+	2.2.1/2.1.1.1.1278-03[45]
4. Электромагнитное поле		+	+	ГОСТ 12.1.006-84 [46] ГОСТ 12.4.011-89 [39]
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека (поражение электрическим током)		+	+	ГОСТ 12.1.019-79 [47] ГОСТ 12.1.038-82 [48]
16. Пожароопасность		+		ГОСТ 12.1.004-91 [49] СНиП 21-01-97 [50]

К основным опасным и вредным факторам, которые могут возникнуть при проведении лабораторных и камеральных исследований по изучению твердого осадка снега, и повлиять на состояние здоровья человека, относятся:

1) Отклонение параметров микроклимата в помещении

Работы по анализу проб снегового покрова были проведены в учебных лабораториях и компьютерных классах. Компьютеры и микроскопы являются источниками существенных тепловыделений и могут привести к повышению температуры или снижению относительной влажности в помещениях.

В рабочих помещениях необходимо соблюдать параметры микроклимата. Нормативы микроклимата установлены строительными нормами СанПиН 2.2.4.548-96 [40].

2) Повышенный уровень шума

Источником шума в лаборатории являются приборы и оборудования. К ним относятся: работа системных блоков компьютеров электронного микроскопа, работа вентилятора кондиционера, принтеров и сканеров. Систематический шум может вызвать утомления слуха и ослабление звукового восприятия, а также значительное утомление всего организма. Для урегулирования шумового воздействия существует ряд нормативов. Для рабочих помещений допустимый уровень звукового давления

составляет 60 дБА по ГОСТ 12.1.003-83 [44]. Для устранения или ослабления неблагоприятных шумовых воздействий целесообразно изолировать рабочие помещения, размещая их в частях здания, наиболее удаленных от городского шума – расположенных в глубине здания, обращенных окнами во двор и т.п. Средства и методы защиты от шума определены в ГОСТ 12.1.029-80 [43].

В лабораториях в случае необходимости предусмотрены звукоизолирующие кабины, акустические экраны и противозумные наушники, вкладыши, шлемы, каски.

3) Недостаточная освещенность рабочей зоны

Одним из элементов, влияющих на комфортные условия работы на микроскопе и лабораторном оборудовании, является освещение. Недостаточность освещения приводит к напряжению зрения, ослабляет внимание, приводит к наступлению преждевременной утомленности.

Чрезмерно яркое освещение вызывает ослепление, раздражение в глазах. Неправильное направление света на рабочем месте может создавать резкие тени, блики, дезориентировать работающего. Все эти причины могут привести к несчастному случаю или профзаболеваниям, поэтому столь важен правильный расчет освещенности.

К системам освещения предъявляются следующие требования:

соответствие уровня освещенности рабочих мест по характеру выполняемой зрительной работы; достаточно равномерное распределение яркости на рабочих поверхностях и в окружающем пространстве; отсутствие резких теней, прямой и отраженной блескости (повышенной яркости светящихся поверхностей); постоянство освещенности во времени; оптимальная направленность излучаемого осветительными приборами светового потока.

В помещениях лаборатории освещение является совмещенным (естественное освещение, дополненное искусственным).

Естественное освещение осуществляется боковым светом через окна. Искусственное освещение в помещениях должно осуществляться системой общего равномерного освещения. К общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов или предметов. В качестве источников света при искусственном освещении должны применяться преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ.

4) Электромагнитное поле

Источником электромагнитных полей в лаборатории являются приборы и оборудования. К ним относятся: электронный сканирующий микроскоп, дифрактометр, персональные компьютеры. Вредное воздействие ЭМП зависит от интенсивности поля, длины волны, времени воздействия и функционального состояния организма. От длины волны зависит глубина проникновения поля в живой организм.

Субъективно проявление воздействия ЭМП выражается в повышенной утомляемости, головной боли, раздражительности, одышке, сонливости, ухудшении зрения, повышении температуры тела.

Допустимые уровни воздействия ЭМП приведены в ГОСТ 12.1.006-84 "Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля". ЭМП с частотой от 60 кГц до 300 МГц нормируются отдельно по электрической и по магнитной составляющей, так как на этих частотах на человека действуют независимо друг от друга электрическое и магнитное поле. Для полей СВЧ диапазона (300 МГц - 300 ГГц) нормируют предельно допустимую плотность потока энергии, которая не должна превышать 10 Вт/м². Согласно ГОСТ 12.4.011-89 [39] средства защиты от статического электричества делятся на средства коллективной защиты и средства индивидуальной защиты. Средства коллективной защиты - заземляющие, увлажняющие и экранирующие устройства, нейтрализаторы, антиэлектростатические вещества. К

средствам индивидуальной защиты относятся антиэлектростатическая специальная одежда и обувь, антиэлектростатические кольца и браслеты, антиэлектростатические средства защиты рук. В лабораториях ТПУ предусмотрены антиэлектростатическая спецодежда, антиэлектростатические кольца, перчатки, нейтрализаторы.

5) Поражение электрическим током

К опасным факторам при проведении лабораторных работ относится поражение электрическим током при работе на таких приборах, как рентгеновский дифрактометр BrukerPhaserD2, электронный сканирующий микроскоп S-3400NHitachi с приставкой Bruker, а также на персональных компьютерах. Проходя через организм человека, электрический ток оказывает три вида воздействия: термическое - ожоги разных форм, перегревание кровеносных сосудов и нарушение функциональности внутренних органов;

электролитическое - расщепление крови и иной органической жидкости в тканях организма; биологическое - нарушение нормальной работы мышечной системы, вызывая непроизвольные судорожные сокращения мышц. Нормированные значения напряжения в электрической цепи должно удовлетворяться ГОСТу 2.1.038-82 ССБТ [51].

Все помещения лаборатории должны соответствовать требованиям электробезопасности при работе с электроустановками по ГОСТ Р 12.1.019-2009 [52]. Для предотвращения электротравматизма запрещается работать на неисправных электрических приборах и установках, переносить и оставлять без присмотра включенные электроприборы, работать вблизи открытых частей электроустановок, загромождать подходы к электрическим устройствам. Защита от электрического тока подразделяется: - защита от прикосновения к токоведущим частям электроустановок (изоляция проводов, ограждения, блокировка, пониженные напряжения, сигнализация, знаки безопасности и плакаты); -

защиты от поражения электрическим током на электроустановке (защитное заземление, защитное отключение, молниезащита).

б) Пожароопасность

В период выполнения лабораторных и камеральных работ может возникнуть пожар. Причинами его возникновения могут быть: неисправность проводки и сбои в работе приборов и компьютерной технике, халатность сотрудника при выполнении работ. При возникновении пожара человек подвергается действию высоких температур, вдыханию едких и удушливых газов, влиянию задымленности.

Все помещения лаборатории должны соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 [50] и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83[53].

В силу того что лаборатории ТПУ соответствуют требованиям пожарной безопасности, а также всем другим перечисленным выше требованиям дополнительные меры по защите работников не требуются.

5.3. Экологическая безопасность.

В ходе проведения полевого этапа, лабораторных исследований и мероприятий по камеральной обработке данных негативное воздействие на окружающую среду оказываться не будет. Пробы хранились в тёмном, недоступном для детей месте, вмещающей тарой для них были бумажные конверты, в которых материал пробы транспортировался и доставлялся в лабораторию.

Отходы, образуемые в ходе научно – исследовательской работы также имеют низкий класс опасности (IV), соответствующий твёрдым коммунальным отходам (ТКО). Отработанные фильтры, твёрдый осадок снега и пластиковая тара будут утилизированы с ТКО, а снеготалые воды слиты в канализацию.

5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Среди всех вариантов чрезвычайного происшествия, при работе в лаборатории наиболее вероятным можно считать возникновение пожара.

В целях недопущения возникновения возгорания по причине неисправности электропроводки необходимо соблюдать ряд правил:

1. Перед началом работы оценить исправность электропроводки, следить за её состоянием и целостностью. То же относится к розеткам, вилкам электрошнуров, выключателям.
2. Не оставлять без присмотра электроприборы, находящиеся под напряжением.
3. Постоянно проверять исправность электрооборудования, проводки, средств освещения. При нахождении неисправного оборудования отключить его от сети, отправить его в ремонт или утилизировать.
4. Лица, работающие на электроприборах обязаны пройти инструктажи по технике безопасности и строго соблюдать предписанные им правила.

При возникновении пожара надлежит действовать согласно предписаниям, обозначенным в «Инструкции о действиях работников в случае возникновения пожара».

1. Незамедлительно сообщить о возгорании в пожарную охрану по телефону 112. Назвать адрес объекта, место возникновения возгорания, сообщить свою фамилию. Поставить в известность о происходящем службу охраны и покинуть здание.
2. В случае сильного задымления и ограниченной видимости нельзя поддаваться панике, надо лечь на пол (для того, чтобы не задохнуться т.к. дым висит над полом примерно в 30-ти сантиметрах и в этой зоне можно дышать), по возможности прикрыть органы дыхания влажной тканью, осмотреться, сориентироваться в помещении, определить направление движения к выходу и покинуть помещение;

3. По возможности осуществить меры по эвакуации людей и материальных ценностей в соответствии с планом эвакуации и реально создавшейся ситуацией;
4. По возможности отключить электроэнергию и приступить к локализации и тушению пожара первичными средствами пожаротушения, не подвергая свою жизнь опасности.

Выводы по разделу

Таким образом, в ходе написания этой главы были учтены положения трудового законодательства, которые регламентируют разные этапы проведения работы без нарушения нормативов. Помимо этого, рассматривались опасные и вредные факторы, могущие оказывать негативное влияние на здоровье людей, выполняющих работы в помещении. В соответствии с ГОСТами и СанПиНами для работников были выработаны рекомендации для избегания несчастных случаев. В конце главы были рассмотрены варианты возможных чрезвычайных ситуаций на рабочем месте и меры их предотвращения.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА

1. Леухин И.В., Язиков Е.Г., Гончаров Е.А. Оценка содержания тяжёлых металлов в почвах Йошкар - Олы. // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня рождения академика К.И. Сатпаева, 120-летию со дня рождения профессора К. В. Радугина. В 2-х томах. Том 1 / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 670 с.
2. Леухин И.В., Гончаров Е.А., Язиков Е.Г. Анализ пригодности работ студентов в качестве фондовых данных для инженерно – экологических изысканий на примере работы «Оценка содержания тяжёлых металлов в почвах города Йошкар - Олы» // Итоги V научно-практической конференции ЗАО "ПИРС"
3. Леухин И.В., Язиков Е.Г, Гончаров Е.А. Минерально – геохимические особенности компонентов природной среды на территории г. Йошкар – Олы. Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIV Международного научного симпозиума имени академика М. А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» [принят в печать].
4. Леухин И.В., Язиков Е.Г, Гончаров Е.А. Оценка рисков, сопряжённых с загрязнением почвенного и снегового покрова на территории Йошкар – Олы. Сборник трудов IX Всероссийской с международным участием научно-практической конференции «Природопользование и охрана природы: Охрана памятников природы, биологического и ландшафтного разнообразия Томского Приобья и других регионов Азиатской России» [принят в печать].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Список литературы

1. Энциклопедия Республики Марий Эл – Йошкар – Ола, 2009. – 872 с.
2. Экология города Йошкар-Олы : учеб. пособие / М-во образования Рос. Федерации, Марийс. гос. ун-т. Каф. экологии Воскресенская О. Л. и др. - Йошкар-Ола : Марийс. гос. ун-т, 2004. - 199 с.
3. Геоморфологическая карта. Лист О-38-XXXVI [Карта] / оформлена и отпечатана на Санкт-Петербургской картографической фабрике ВСЕГЕИ в 2000 г.; ред. О.Н. Гордеева, Ю.Л. Верб, Н.П. Пежемская, техн. ред. С.А. Радченко. – 1 : 200 000, 2 км в 1 см.
4. Федорец Н. Г., Медведева М. В. Методика исследования почв урбанизированных территорий. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. 84 с.
5. Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. Л.: Гидрометеоиз-дат, 1985. 181 с.
6. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М.: Астрей-2000, 1999. 768 с.
7. Е.А. Гончаров, И.В. Леухин, Д.И. Пигалин. Особенности распределения мышьяка в почвах г. Йошкар-Олы. // Young ELPIT 2017. International Innovative Forum of Young Scientists in Framework of the VI International Environmental Congress (VIII International Scientific-Technical Conference) "Ecology and Life Protection of Industrial-Transport Complexes" ELPIT 2017 (Samara - Togliatti, Russia, 20-24 September, 2017), С.92-98, 2017 г., Samara, Издательство: Publishing House of Samara Scientific Centre.
8. И. В. Леухин, Е. Г. Язиков, Е.А. Гончаров Оценка содержания тяжёлых металлов в почвах Йошкар-Олы [Статья в сборнике] Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня рождения академика К.И. Сатпаева, 120-летию со дня

- рождения профессора К. В. Радугина . В 2-х томах., С.595-597, 2019 г., г. Томск, Издательство: Томского политехнического университета
9. Е. А. Гончаров, Д.И. Пигалин, Н.Г. Шурков. Эколого-геохимическая оценка почвенного покрова городских ландшафтов. Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование, №1, С.87-97, 2015 г.
10. Е.Г. Язиков, А.В. Таловская, Л.В. Жорняк. Оценка эколого_геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв: монография / Е.Г. Язиков, А.В. Таловская, Л.В. Жорняк; Томский политехнический университет. – Томск: Изд_во Томского политехнического университета, 2010. – 264 с.
11. Е.Г. Язиков, А.В. Таловская, Л.В. Жорняк. Минералогия техногенных образований / Е.Г. Язиков, А.В. Таловская, Л.В. Жорняк. Издательство Томского Политехнического Университета, Томск, 2011 г., 160 стр., УДК: 504.06:549 (075.8), ISBN: 978-5-98298-918-5
12. Сает Ю.Е. Геохимия окружающей среды / Сает Ю.Е., Б. А. Ревич Б.А., Янин Е.П. и др. - М. : Недра, 1990. – 333.
13. Алексеенко, В. А. Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов / В. А. Алексеенко, А.В. Алексеенко – Ростов - на - Дону : Издательство Южного федерального университета, 2013. – 380 с
14. Войткевич Г.В. Краткий справочник по геохимии / Г.В. Войткевич, А.Е. Мирошников, А.С. Поваренных, В.Г. Прохоров – Москва : Недра, 1977. – 180 с.
15. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах [Текст] / Акад. наук СССР. Ин-т геохимии и аналит. химии им. В. И. Вернадского. - Москва : Изд-во Акад. наук СССР, 1950. - 279 с.
16. А.А. Михальчук, Е.Г. Язиков. / Многомерный статистический анализ

эколого-геохимических измерений. Часть I. Математические основы. Учебное пособие. - Томск: Изд. ТПУ, 2014.- 103 с.

17. Осипова Н.А. Техногенные системы и экологический риск : учебное пособие / Н. А. Осипова; Томский политехнический университет. – 3-е изд.. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 110 с

18. Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / Н.А. Гаврикова, Л.Р. Тухватулина, И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.В. Шаповалова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 73 с.

Нормативно – правовые документы

19. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.36-2002 Количественный химический анализ почв методика измерений валового содержания кадмия. Кобальта, марганца. Меди. Никеля, свинца, хрома и цинка в почвах, донных отложениях, осадках сточных вод и отходах методом пламенной атомно – абсорбционной спектроскопии.

20. РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы. [Электронный ресурс]. [сайт]. [2020].URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200036406> (дата обращения 10.05.2020)

21. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – М.: Стандартинформ, 2008.

22. ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к отбору проб. – М.: Стандартинформ, 2008.

23. ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб. – М.: Стандартинформ, 2008.

24. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами / Под ред. Зырина Н.Г., Малахова С.Г. – М.: Гидрометиздат, 1981. – 108 с.

25. ГН 2.1.7.2041-06. 2.1.7. Почва, очистка населенных мест, отходы

производства и потребления, санитарная охрана почвы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы", утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 19.01.2006 [Электронный ресурс] URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_58393/ (дата обращения 10.03.2020)

26. ГН 2.1.7.2041-06. 2.1.7. Почва, очистка населенных мест, отходы производства и потребления, санитарная охрана почвы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы", утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 19.01.2006 [Электронный ресурс] URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_58393/ (дата обращения 10.03.2020)

27. ГН 2.1.7.2511-09 «Ориентировочные допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве (валовое содержание)» [Электронный ресурс] URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_88788/ (дата обращения 10.03.2020)

28. Фролов А.В. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда / А.В. Фролов, Т.Н. Балаева. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. – 751 с.

29. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования <http://docs.cntd.ru/document/1200003913>

30. ГОСТ 21889-76 Система "Человек-машина". Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования (с Изменением N 1) <http://docs.cntd.ru/document/1200012832>

31. ПНД Ф 12.13.1-03 Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения) <http://docs.cntd.ru/document/1200044235>

32. ГОСТ 15971-90. Системы обработки информации. Термины и определения. <http://docs.cntd.ru/document/gost-15971-90>

33. ГОСТ Р ИСО 9355-2-2009 Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 2. Дисплеи <http://docs.cntd.ru/document/1200076092> .
34. ГОСТ Р ИСО 9241-4-2009 Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (VDT). Часть 4. Требования к клавиатуре <http://docs.cntd.ru/document/1200076334>
35. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы <http://docs.cntd.ru/document/901865498>
36. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020)
37. Федеральный закон от 22.07.2008 г. N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», 2008. <http://docs.cntd.ru/document/902111644>
38. ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с Изменением N 1) <http://docs.cntd.ru/document/5200224>
39. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
40. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
41. СанПиН 2.2.4.1294-03. Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений. – М.: Госкомсанэпиднадзор России, 2003.
42. ГОСТ 30494-96. Межгосударственный стандарт //Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях от 1999-03-01 ественных зданий.
43. ГОСТ 12.1.029-80 Система стандартов безопасности труда. Средства и методы защиты от шума. Классификация
44. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда. Шум.

Общие требования безопасности

45. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
46. ГОСТ 12.1.006-84 Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля
47. ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. - М.: Издательство стандартов, 2006
48. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов
49. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.
50. СНиП 21-01-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений.
51. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с Изменением N 1)
<http://docs.cntd.ru/document/5200313>
52. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
<http://docs.cntd.ru/document/1200080203>
53. ГОСТ 12.4.009-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание (с Изменением N 1) <http://docs.cntd.ru/document/1200003611>

Интернет – ресурсы

54. Информационный портал «Город Йошкар - Ола». Природные условия города Йошкар – Олы. https://i-ola.ru/city/ecologia/prirod_usl.php
55. Оценка численности постоянного населения по муниципальным образованиям Республики Марий Эл на 1 января 2020 года
<https://maristat.gks.ru/storage/mediabank/Экспр%20информация%202020%201.>

pdf

56. Эколога – географический атлас Республики Марий Эл. // [Электронный ресурс] Административно – территориальное деление. [сайт]. [2020]. URL <https://geo12.pф/atlas/1-административно-территориальное-ус/>
57. Эколога-географический атлас РМЭ // [Электронный ресурс] Климат. . [сайт]. [2020]. URL: <http://geo12.pф/atlas/2-7-%D0%BF%D0%BE%D1%87%D0%B2%D1%8B/> (дата обращения 10.04.2020)
58. Воскресенская О.Л. / Экологическое состояние г. Йошкар – Олы / Воскресенская О.Л., Алябышева Е.А., Сарбаева Е.В. и др. <http://if.marsu.ru/science/libr/resours/yoshkar-ola/material/1.html>
59. Эколога-географический атлас РМЭ // [Электронный ресурс] Геология. [сайт]. [2020]. URL: <http://geo12.pф/atlas/2-7-%D0%BF%D0%BE%D1%87%D0%B2%D1%8B/> (дата обращения 10.04.2020)
60. Эколога-географический атлас РМЭ // [Электронный ресурс] Почвы. [сайт]. [2020]. URL: <http://geo12.pф/atlas/2-7-%D0%BF%D0%BE%D1%87%D0%B2%D1%8B/> (дата обращения 11.04.2020)
61. Генеральная схема санитарной очистки территории городского округа «Йошкар-Ола» [Электронный ресурс] // [сайт]. [2020]. URL: <http://mariel.regnews.org/doc/cq/c9-1.htm> (дата обращения 11.04.2020)
62. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Республики Марий Эл в 2019 году: Доклад. – Йошкар-Ола: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Марий Эл, 2020. – 235 с. <http://12.rospotrebnadzor.ru/documents/10156/30c59da1-c589-44e1-816f-af97a78dc6d6> (дата обращения 12.04.2020)
63. Граница Ю.В., Мартынова М.В. Методы оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха на примере города Йошкар – Ола Республики Марий Эл. [Электронный ресурс], [сайт], URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-otsenki-urovnya-zagryazneniya->

[atmosfernogo-vozduha-na-primere-goroda-yoshkar-ola-respubliki-mariy-el](#)

(дата обращения: 09.04.2020 г.)

64. Мартынова М.В. Оценка загрязнения атмосферного воздуха на примере городов Йошкар – Ола и Волжск Республики Марий Эл. [Электронный ресурс], [сайт], URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-zagryazneniya-atmosfernogo-vozduha-na-primere-gorodov-yoshkar-ola-i-volzhs-k-respubliki-mariy-el> (дата обращения: 09.04.2020 г.)

65. Оценка эколого – геохимического состояния районов г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей. [Электронный ресурс], [сайт], URL: http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/6434/1/thesis_tpu-2009-16.pdf

66. Касимов Н.С., Кошелева Н.Е., Власов Д.В., Терская Е.В. Геохимия снежного покрова в восточном округе Москвы. [Электронный ресурс], [сайт], URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geohimiya-snezhnogo-pokrova-v-vostochnom-okruge-moskvy> (дата обращения 11.04.2020)

67. Василенко В.Б. Вещественный состав и генезис главных апатитовых месторождений Сибири. автореф. дис. д-ра геол.-минерал. наук / В.Б. Василенко; АН СССР. Сиб. отделение ин-т геологии и геофизики – Новосибирск 1988. – 32 с. [Электронный ресурс]. [сайт]. [2019].URL: <http://www.geokniga.org/books/5730> (дата обращения 10.05.2020)

68. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве. Мингео СССР, АН СССР (ИМГРЭ), к.м.н. Б.А. Ревич, д.г.-м.н. Ю.Е. Саэт, к.м.н. Р.С. Смирнова. 1990 г. [Электронный ресурс]. [документ]. [2020].URL: <http://www.alppp.ru/law/okruzhayuschaja-sreda-i-prirodnye-resursy/ohrana-atmosfernogo-vozduha/3/metodicheskie-rekomendacii-po-ocenke-stepeni-zagryaznenija-atmosfernogo-vozduha-naselennyh.pdf> (дата обращения 10.05.2020)

69. ТГК -11 Общая информация. [Электронный ресурс], [сайт], URL: http://www.tgk11.com/UserFiles/File/news/gazeta/016-17/5_page_16.pdf (дата

обращения 10.03.2020)

70. Э.Г. Раков. Большая Российская энциклопедия. Редкоземельные элементы. [Электронный ресурс], [сайт], URL: <https://bigenc.ru/chemistry/text/3503055> (дата обращения 10.03.2020)

71. Классификация химических элементов IUPAC. [Электронный ресурс], [сайт], URL: http://www.wikiwand.com/ru/Группы_химических_элементов#/Названия_групп_химических_элементов,_утверждённые_ИЮПАК (дата обращения 10.03.2020)

Приложение А
(справочное)

Ecological - geochemical assessment of the territory of Yoshkar - Ola according to the study of snow and soil cover.

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ81	Леухин Илья Владимирович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Язиков Егор Григорьевич	д.г.-м.н., профессор		

Консультант – лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Болсуновская Людмила Михайловна	Кандидат филологических наук, доцент		

Ecological - geochemical assessment of the territory of Yoshkar - Ola according to the study of snow and soil cover.

Introduction

The paper discusses the features of the accumulation of heavy metals, rare earth elements in soils, as well as the mineral composition of the solid precipitate snow. This allows us to give an integrated assessment of the pollution of the territory and to establish the spatial distribution of pollutants.

The object of study is the territory of the city of Yoshkar-Ola. The objects of study are the snow and soil cover of the city. The content of various chemical elements in the soil, as well as solid snow sediment, will be studied, patterns of distribution of chemical elements in soils will be highlighted, the dust load on various functional areas of the city will be calculated, and risk assessment for the population will be made.

Purpose: To conduct a comprehensive assessment of the state of soil and snow cover on the territory of Yoshkar-Ola

Tasks:

Study literature on the research topic

Take snow cover samples

Investigate the mineral composition of dust aerosols

To carry out statistical processing of data obtained in the study of city soils

The novelty of the work lies in obtaining new and processing previously obtained information on the state of soil and snow cover from the territory of the city of Yoshkar - Ola under anthropogenic pressure. Statistical parameters are calculated that characterize the factors of accumulation of a number of chemical elements in the soils of the city based on the results of analyzes performed by instrumental neutron activation analysis (INAA) and flame atomic absorption

spectrometry (FAAS). The mineral composition of the solid snow sediment is determined, since it has not been previously studied.

1. Characteristics of the studied region.

1.1. Brief description of the natural conditions of the region

Yoshkar - Ola is the capital of the Mari El Republic, located in the eastern part of the East European Plain (coordinates - 56 ° 38 'N, 47 ° 52' E), 50 km north of the Volga River, on its the left tributary, the Malaya Kokshaga River, is 862 km away. east of Moscow [56].

The city is located in the temperate climatic zone within the temperate continental type of climate; has pronounced four seasons, with warm summers and moderately cold winters [57]. Air masses of temperate latitudes predominated by the prevailing southwest winds prevail [57]. average January temperatures -12.4 ° C, July + 18.6 ° C; [58]. The average annual rainfall is 520-550 mm.

The height of the snow cover is on average 35-50 cm. A stable snow cover lies on average 155 days.

The geological structure of the study area is diverse. According to the National Geological Map, see figure. 1, it can be concluded that the parent rocks of the Yoshkar-Ola soils are composed mainly of eluvial-deluvial deposits of the Moscow region horizon (sands). Along the coasts of Kokshagi are alluvial deposits of floodplain terraces, and in the eastern part, deluvial-solifluction deposits. The relief is broadly wavy, mid-sectioned with mature and wide river valleys.

In Mari El, sod-podzolic low-humus soils are loamy, loamy on cover structural clays and loams, often underlain by ancient alluvial sandy loams; occupy mainly flat areas and the upper parts of the slopes. 36].

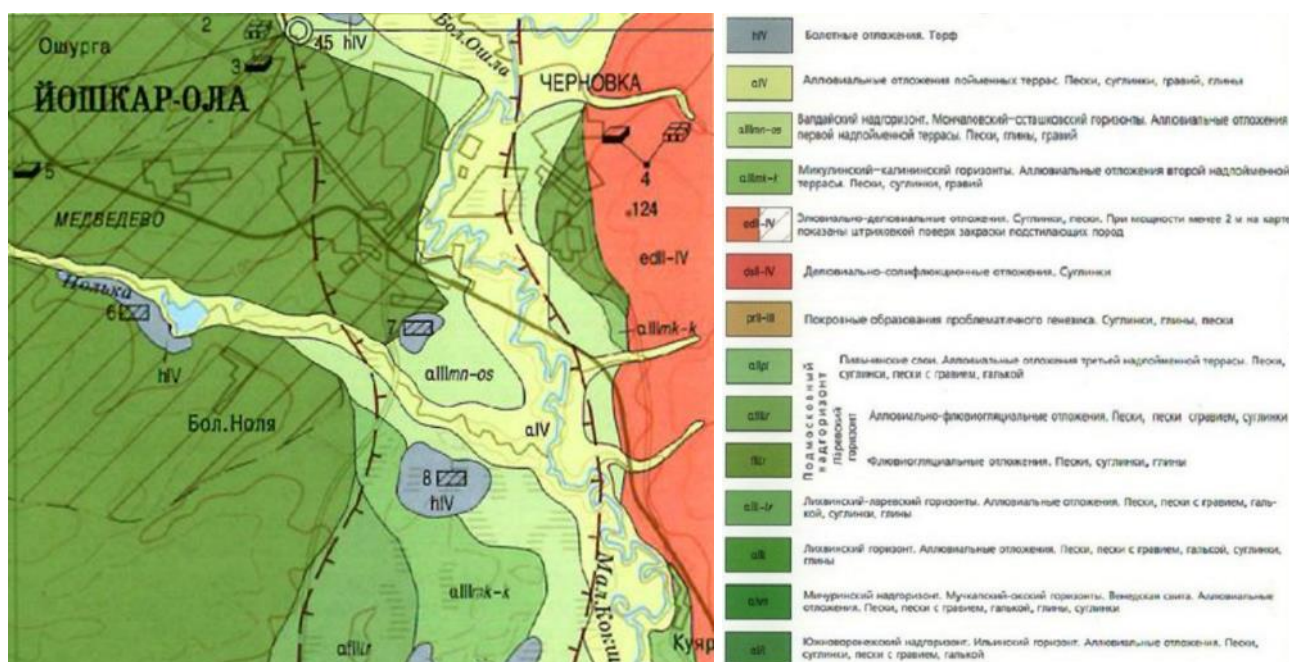


Figure 1– Geological structure of Yoshkar – Ola [3].

Within the boundaries of the city of Yoshkar-Ola, the Malaya Kokshaga, Shoika and Oshla rivers flow, storm and melt water are also discharged into the Nolka River, which flows through the territory of the Medvedevsky District. The length of the Malaya Kokshaga River (reservoir) within the city is 6.5 km. The food of the rivers is mixed. The main power supply (50%) is due to melted snow waters [2].

1.2. Geocological characteristic

Of the negative factors that have the greatest impact on the life and health of the population, as well as those falling within the scope of our study, are emissions into the air, since snow cover is a transit sorbing medium for pollutants in the winter, and soils and soil become a depositing medium for pollutants entering the environment year-round.

Table 1. – The list of the main enterprises of the urban district "Yoshkar-Ola City"
[61].

Household sectors	Main factories in city
Engineering and metalworking	AS "Mari Machine-Building Plant", AS "Chromatek", AS "Crystal", LLC "Rodina Association", AS "Polyus " Company"
Light industry	AS " Artificial Leather Plant ", LLC "Mode", LLC "Marytex", AS " Yoshkar-Ola shoe factory ", LLC "Marital"
Food industry	"Rus – bakery " (factory for the production of frozen bakery semi-finished products), "Yoshkar-Ola Canning Factory", LLC "Republican Dairy Factory", " Yoshkar-Ola Meat Processing Plant ", " Yoshkar-Ola Confectionery ", LLC " Swallowtail ", LLC "Dina K", AO "Sweet island", AO " Yoshkar-Ola Bread Mill ", LLC "Factory "Souvenir"
Manufacture of electronic equipment	LLC "Inta Info", LLC "Arenius"
Production of furniture and building materials	AS "Marycivilbild", AS "Guardian Doz", AS "Portal", AS "Buildceramica", LLC "Taira", LLC "Muromets", AS " Yoshkar-Ola Furniture and Mirror Plant ", LLC "Deltabuild", AS " Reinforced concrete structures "
Chemical industry	LLC " Geniks", LLC " Powder Factory "Dome "
Forest industry	LLC "Vulcan"
Pharmaceutical industry	AS "Marbiofarm"
Printing industry	AO "Stezya", LLC Manufactory "Printstyle"

According to the report “On the State of Sanitary and Epidemiological Well-Being of the Population of the Mari El Republic in 2019, the share of city emissions exceeding the maximum permissible values is less than 1%. The main source of air pollution in the republic is motor vehicles. [62]. Thus the city is environmentally safe.

1.3. Literature review

It is important to know that the amount of HM contained in these phases is different: the largest part of metals (up to 90% or more) is concentrated in the solid phase, while the liquid phase accounts for no more than 10% [5,6].

A number of studies have already been devoted to the study of city soils [7,8,9]. In [7], the regularities of the distribution of arsenic in the soils of the city were described; in the study [8], they dealt with the accumulation of a number of heavy metals whose contents were determined by flame atomic absorption spectrometry: Pb, Ni, Zn, Cd, Cu, Co according to PND F 16.1: 2.2: 2.3: 3.36-2002 [19]. And in [9], the results of studying proud soils by the INAA method are described.

Also in the work of the Border Yu.V. [63] the composition of snow-melt waters from the territory of the city was studied, and in the work of M. Martynova [64] The gas composition of the atmosphere has been investigated.

Also, snow cover was studied in great detail in Siberia. A large role in this was played by the works of A.V. Talovskoy [65], E.G. Yazikova.

In the future, when performing the work, we relied precisely on these works.

2. The methodology of environmental - geochemical work on the territory of the city of Yoshkar - Ola.

Snow cover sampling was carried out at the end of February 2019 at six sampling points in various functional areas of the city in order to establish dust load and determine the mineral composition of dust aerosols.

Sample preparation was carried out by separating a solid snow precipitate, then the mineral composition of dust aerosols was determined by optical microscopy and x-ray phase analysis.

At the stage of office data processing, the dust load was determined, the results of soil studies were processed, the selection of which was carried out in 2014 on the territory of Yoshkar-Ola. The risks associated with soil and snow cover for the life and health of the population are determined.

A map of soil and snow sampling is shown in-figure 2.

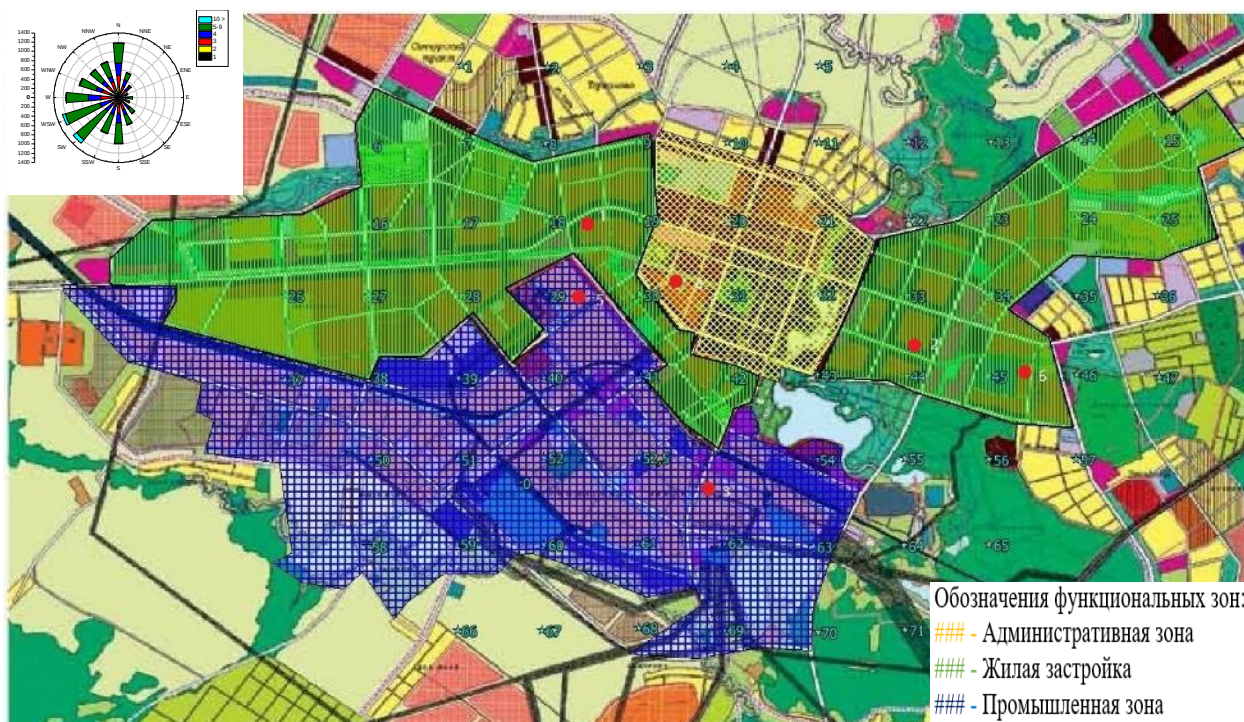


Figure 2. – Snow sampling diagram with reference to the functional zoning of the city and the soil sampling grid.

In total, 76 soil samples and 6 snow cover samples were taken during the field phase of the study.

3. The results of the study.

3.1. Snow Survey Results

After sampling the snow cover using the pit method, a solid snow sediment was studied. The dust load on the territory was calculated, then the mineral composition of dust aerosols was determined using the palette method using an optical microscope. The most powerful point in terms of dust load was analyzed using x-ray phase analysis.

Based on the results of the above analytical work, the following results were obtained.

Dust load was calculated according to the following formula (2)

$$P_n = \frac{P_0}{S} \cdot t \quad (2)$$

where P_o is the mass of dust in the sample (mg; kg); S - pit area (m^2 ; km^2); t is the time from the beginning of snowfall (number of days). In practice, the following gradation in the average daily dust load [10,12] is used:

- less than 250 - low pollution;
- 251–450 - average degree of pollution;
- 451–850 - high degree of pollution;
- more than 850 - a very high degree of pollution.

Table 2 shows data on the dust load on the territory of the city for 2018 - 2019.

Table 2 – Data about dust loading

№ simple	Check points	Function zone	Day take of simple	t, day	P_o , mg	S pit, m^2	P_n , mg/m^2 day	h, cm
1	Microdistrict Gomzovo mag. "Crossroads" Opposite the street. Krsnoarmeyskaya h. 111	Residential	25.01.2019	66	306	0,2025	22,896	32
2	av. Chavaina, h. 12 shopping center «Ayaks»	Residential	25.01.2019	66	144	0,4225	5,1641	26
3	Carl Marks street, h. 131 (factory “Electroatomatic”)	Industrial	25.01.2019	66	1083	0,3432	47,812	32
4	Crossroad Ryabinina street and Victory avenue. Perinatal center.	Admin center	25.01.2019	66	18	0,2392	1,1402	53
5	Суворова 26 корп. 2 Завод полупроводниковых приборов	Industrial	25.01.2019	66	290	0,318	13,817	38
6	Heroes of the Battle of Stalingrad street, h. 27 factory «Bildceramics»	Residential	30.01.2019	71	2490	0,225	155,87	47

It makes sense to compare the dust load in different cities: we compare the dust load of Yoshkar - Ola, Tomsk and the Eastern Administrative District of Moscow [66] As can be seen from the criteria for assessing dust load, we are dealing with a low degree of pollution throughout the city, including the industrial zone.

Compared to other Russian cities, Yoshkar-Ola looks very attractive, the dust load in the city is the lowest of those considered.

Table 3. – Comparison of dust load in different cities

Dust load mg/m ² *day.	Eastern Administrative District, Moscow	Yoshkar-Ola	Tomsk
Zone			
Industrial	40 (13 – 117)	40 (14 – 155)	-
Residential (middle floor)	15 (7 – 26)	14 (5 – 23)	-
Recreations	15 (7 – 18)	-	-
Middle on territory	27 (7 – 43)	25 (1 - 155)	65 (16 – 303)

As we can see from the comparison, Tomsk is dirtier than the other cities under consideration, perhaps this is due to a significant difference in industrial use, as well as the presence of coal-fired boiler plants in Tomsk [69]

The following is an assessment of the mineral composition of the studied dust aerosols. The mineral composition was determined by the palette method using an optical microscope. The results of the analysis are shown in table 4:

Table 4. The mineral composition of dust aerosols of the city of Yoshkar-Ola.

№ sample	Quarts %	Soot %	Biogenic components %	Other %
1	60	30	5	Carbonates 5
2	30		65	Carbonates 3, fibrous particles 2, mica particles - single inclusions
3	90	5	-	-
4	5	25	70	-
5	-	-	99	-
6	99*	-	-	-

* According to the results of diffractometry.

Consider each sample separately. Sample 1 Residential area, near the intersection of streets, with high traffic load. The sample is characterized by a high variety of technogenic inclusions.

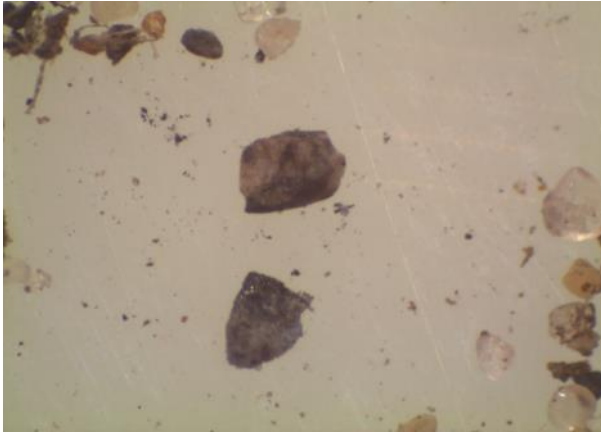


Figure 3. – General view,
magnification 20 x

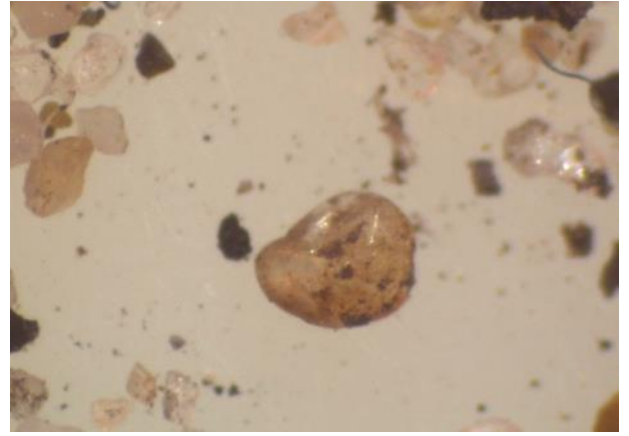


Figure 4. – Sample material
and Sahara sand, magnification 16x

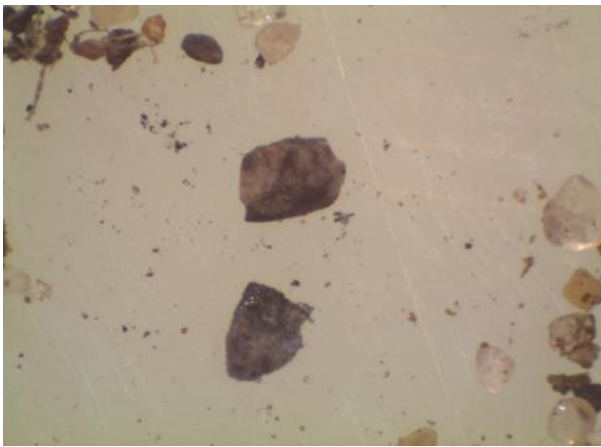


Figure 5. – Piece
road cover 20 x

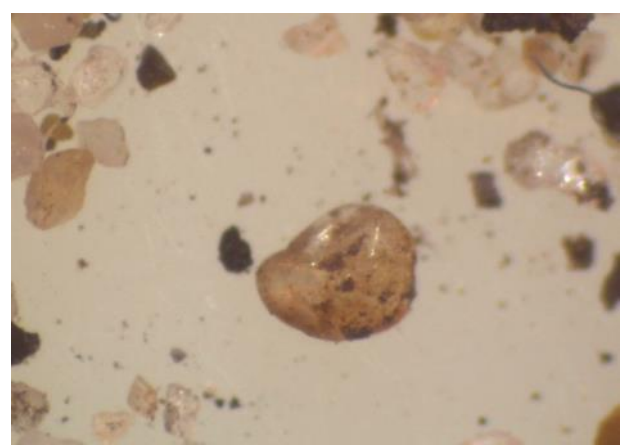


Figure 6. – Quarts with oxides 30 x

The material of the second sample was taken near the boulevard in the sleeping area, the composition of the sample is characterized by a variety of nutrient particles that make up more than 90% of the volume and mass of aerosols.



Figure 7. – General view,
magnification 20 x

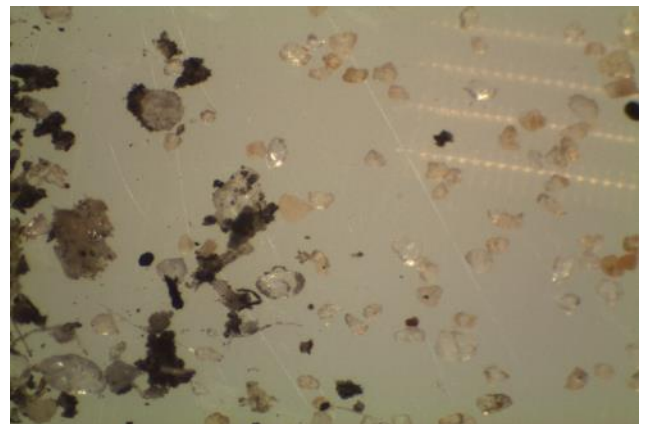


Figure 8. – Sample material
and Sahara sand, magnification 35x

Sample 3 was taken in the industrial zone, near the road opposite the factory entrance. The sample is characterized by a variety of technogenic components. Particles of quartz of various shapes, many particles of soot and asphalt.

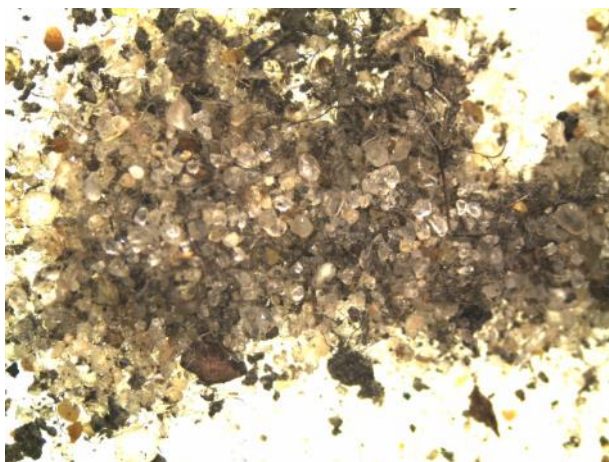


Figure 9. – General view,
magnification 10 x

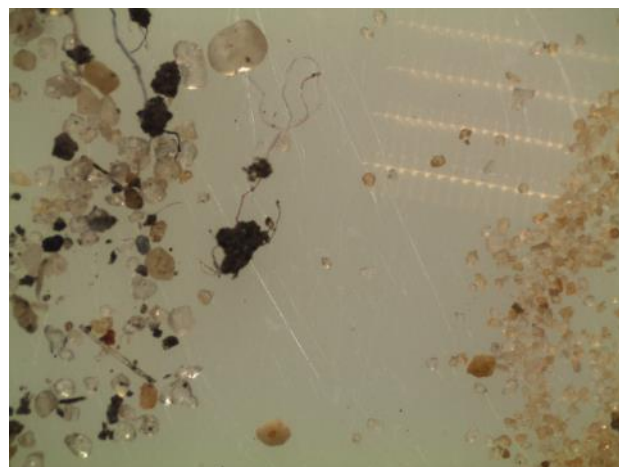


Figure 10. – Sample material
and Sahara sand, magnification 16x

For sample 4, snow was taken near the perinatal center. The sampling area is surrounded by coniferous trees and is located away from transport highways.

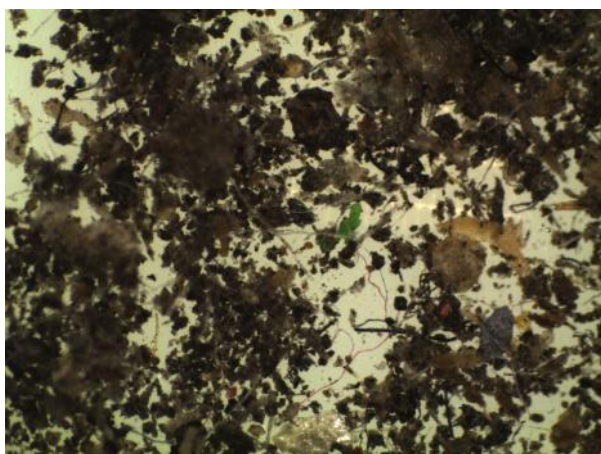


Figure 11. – General view,
magnification 10 x

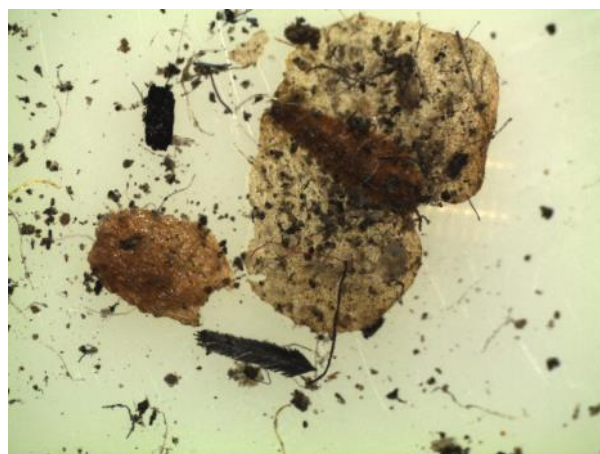


Figure 12. – Seeds and feather,
magnification 16x

Comparison with sand from the Sahara is pointless here, since there are no particles of quartz sand.

Sample 5 was taken opposite the main walk-through factory of semiconductor devices. A low dust load on the snow cover indicates either a low level of dust emissions, or a high sorption capacity of the tree plantings surrounding the enterprise. It also explains the abundance of nutrient material.



Figure 13. – General view,
magnification 12,5 x

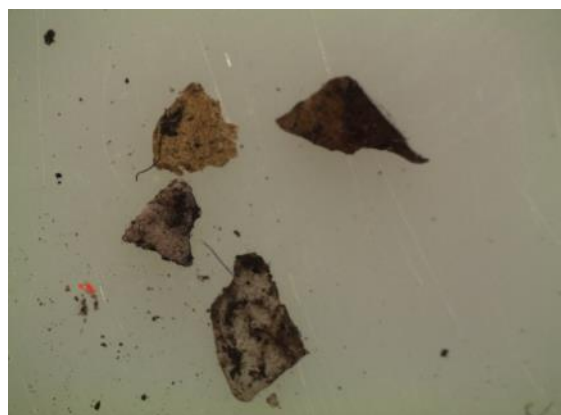


Figure 14. – Mineral particles,
magnification 16x

Sample 6. Sampling opposite a ceramic factory. The highest dust load for the city, which nevertheless remained within low limits. The mineral composition of this sample was determined by x-ray phase analysis. Also on the slide are standards for comparing nutrient and mineral particles. This will be required in further studies, for a more detailed identification of the components that make up dust aerosols.



Figure 15. – General view,
magnification 8 x



Figure 16. – Sahara sand,
magnification 12.5x

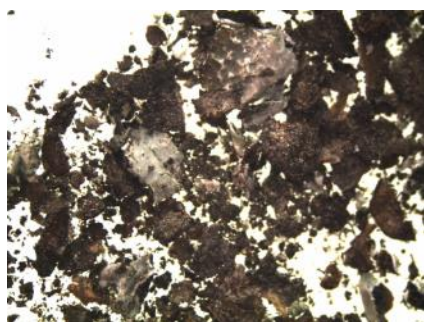


Figure 17. – lichen thallus particles 10 x



Figure 18. – immature larch inflorescences 10 x



Figure 19. – larch bark particles 10 x

From the tabular data, as well as the photographic material shown, quartz particles and nutrients predominate in the composition of the solid snow sediment. In some samples, these two substances make up more than 90 percent of the total mass of dust aerosols.

3.2. The results of the study of data on soil cover

An important part of geochemistry is the answer to the question: what to take as background values during the study. To give the most objective assessment of the state of the soil cover, several reference standards were used at once. In general, they can be divided into geochemical and regulatory. The comparison criteria are given in the table.

Table 5. – Content The content of elements in some geochemical environments (mg / kg)

Elem ents	Concentrations of elements in the earth's crust according to A.P. Vinogradov [15]	Concentrations of elements in rocks according to Voitkevich [14]		The content of elements in various soils and soils [13]			MPC* in soil [26, 27]
		Sand-stone	Clays and loams	Na - tural	locality	cities with a population of 100 - 300 thousand people	
Pb	16	70	20	10	54,5	43,4	32
Zn	83	15	80	50	158	99,5	55
Cd	0,13	0,01	30	0,5	0,9	0,5	0,5
Cr	83	35	100	200	80	42,2	-
Co	18	30	20	8	14,1	12,7	-
Ni	58	2	95	40	33	23,7	20

*MPC – Maximum permissible concentration.

Below are the results of statistical processing of the results of atomic absorption analysis.

Table 6. – Statistical Processing Results

Element	Middle	Minimum	Maximum	Coefficient of variance, (%)
Pb	8,78	0,89	39,9	85,5
Zn	7,85	0,00	20,0	66,2
Cd	0,04	0,00	0,19	142,9
Co	5,65	0,26	11,2	46,9
Cr	9,44	0,00	23,6	63,9
Ni	15,78	0,94	34,9	51,0

The table shows that the average contents in urban soils do not even exceed clarke values for soils of natural biogeocenoses and cities. Maximum values do not exceed established standards. From this follows the conclusion about the ecological well-being of the territory under consideration.

Based on these data, a scheme for the distribution of pollutants along Yoshkar-Ola was built, these data are compared with the functional zones of the city and a comprehensive assessment of the pollution of environmental components is given.

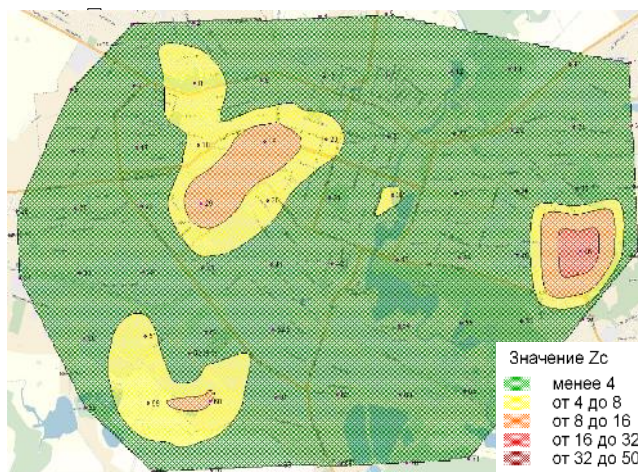


Figure 20. – Zc Indicator for content in the earth's crust

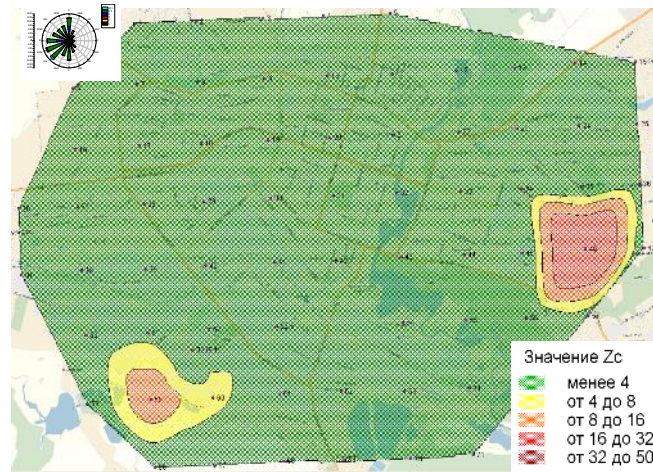


Figure 21. – Zc Indicator for content in the urban soils.

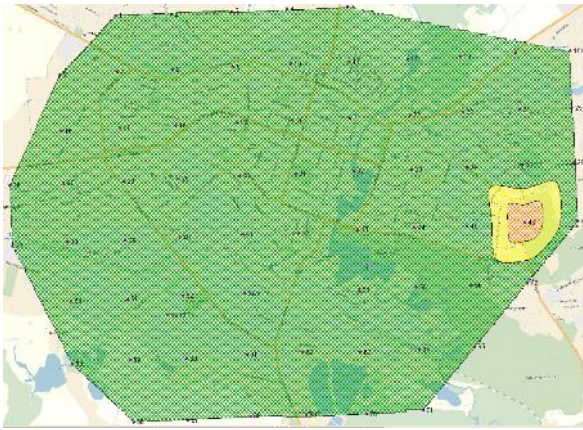


Figure 22. – Zc Indicator
for standards, MPC

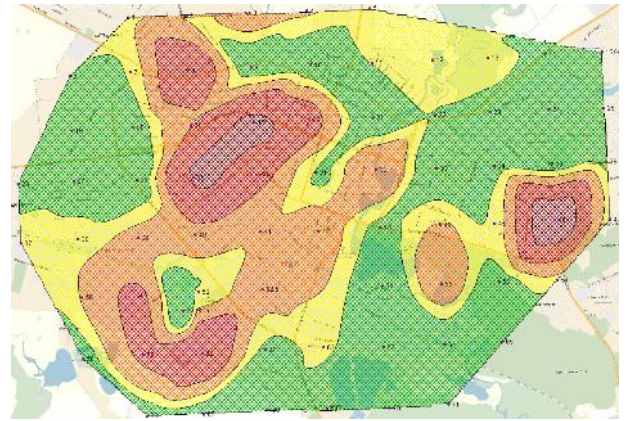


Figure 23. – Zc Indicator
for content in the urban background.

It can be seen from the cartographic material that the city's soil pollution is within the normal range, and the most visible distribution is shown by the geochemical approach based on background values for the city.

This map formed the basis of material reflecting the distribution of pollutants in the functional zones of the city. Also in the figure 24 snow sampling locations are shown.

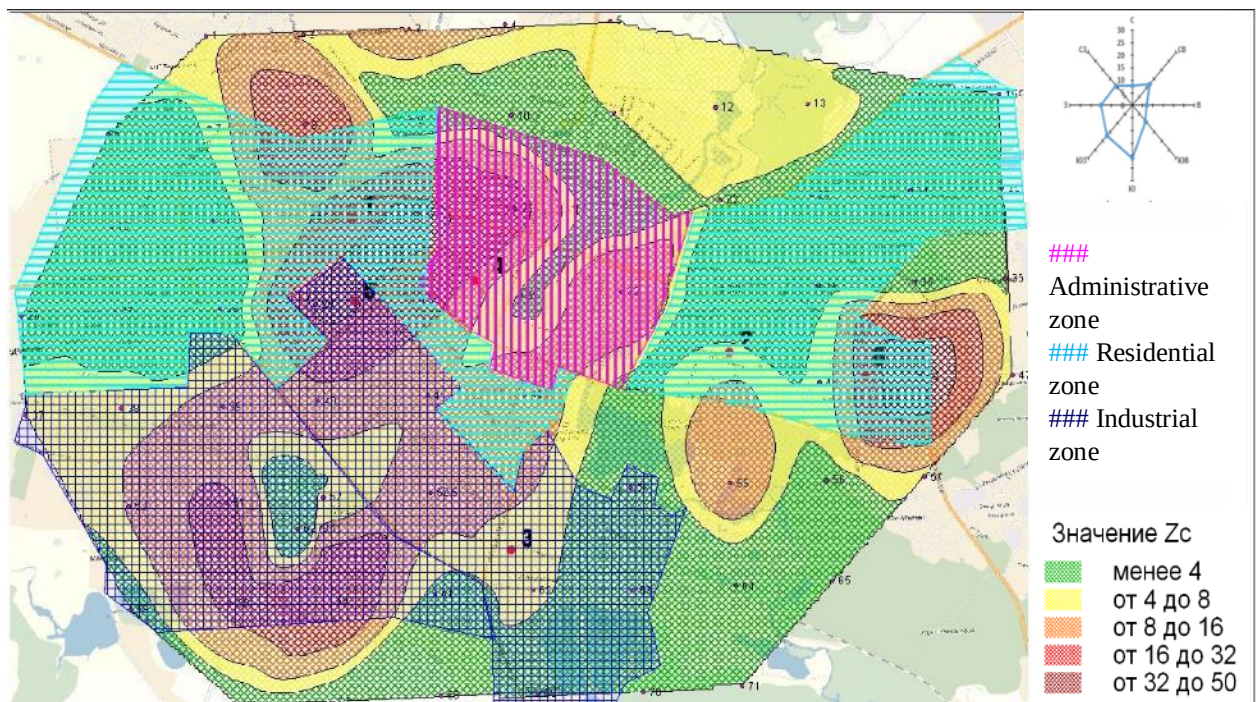


Figure 24. – The indicator Zc in relation to the average values Zc for the city
(urban background)

Neutron activation analysis - a method that allows you to immediately determine the content of 28 chemical elements Na, Ca, Fe, As, Zn, Nd, Cr, Co, Sb, Br, Ba, Rb, Cs, Sr, Hf, Ta, Sc, Tb, Sm, Eu, La, Ce, Yb, Lu, U, Th, Au, Ag. The method is difficult to apply and unique in nature.

The functional capabilities of the method provide a wide field for research, and a sample of 76 samples allows us to establish statistically significant relationships. Next, the behavior of elements in the soils of the city, their relationships, distribution laws will be considered, factors affecting their accumulation in the soils of the city will be established, and subsequently, the risk to the population coming from urban soils as an accumulator of pollutants will be calculated.

Descriptive statistics include such statistical parameters as: arithmetic mean, $\pm$ standard error of the mean, geometric mean, median, standard deviation, minimum - maximum content, asymmetry, excess, lower - upper quartile, coefficient of variation.

Asymmetry and excess are needed to determine the distribution hypothesis. This information will help us to determine statistical characteristics, such as average content, and from it to calculate the criteria for the anomalous values in the sample. The distribution hypothesis was established by the formulas:

$$\text{For asymmetry: } \delta = \frac{A}{\sqrt{\frac{6}{N}}} \quad (2)$$

$$\text{For excess: } \delta = E/2 * \sqrt{\frac{6}{N}} \quad (3)$$

δ – confidence interval A – asymmetry, E – excess, N – number of samples

Both values must be less than three. Otherwise, we are not dealing with the normal distribution law.

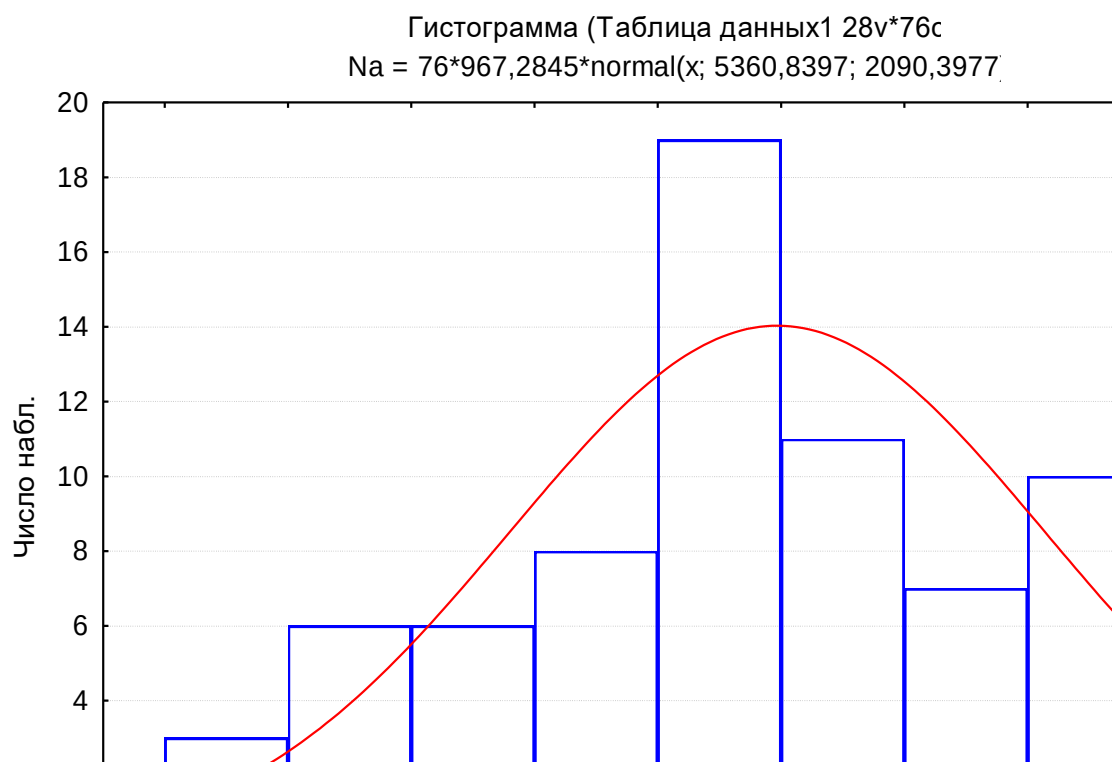


Figure 25. – Normal distribution of an element using sodium as an example

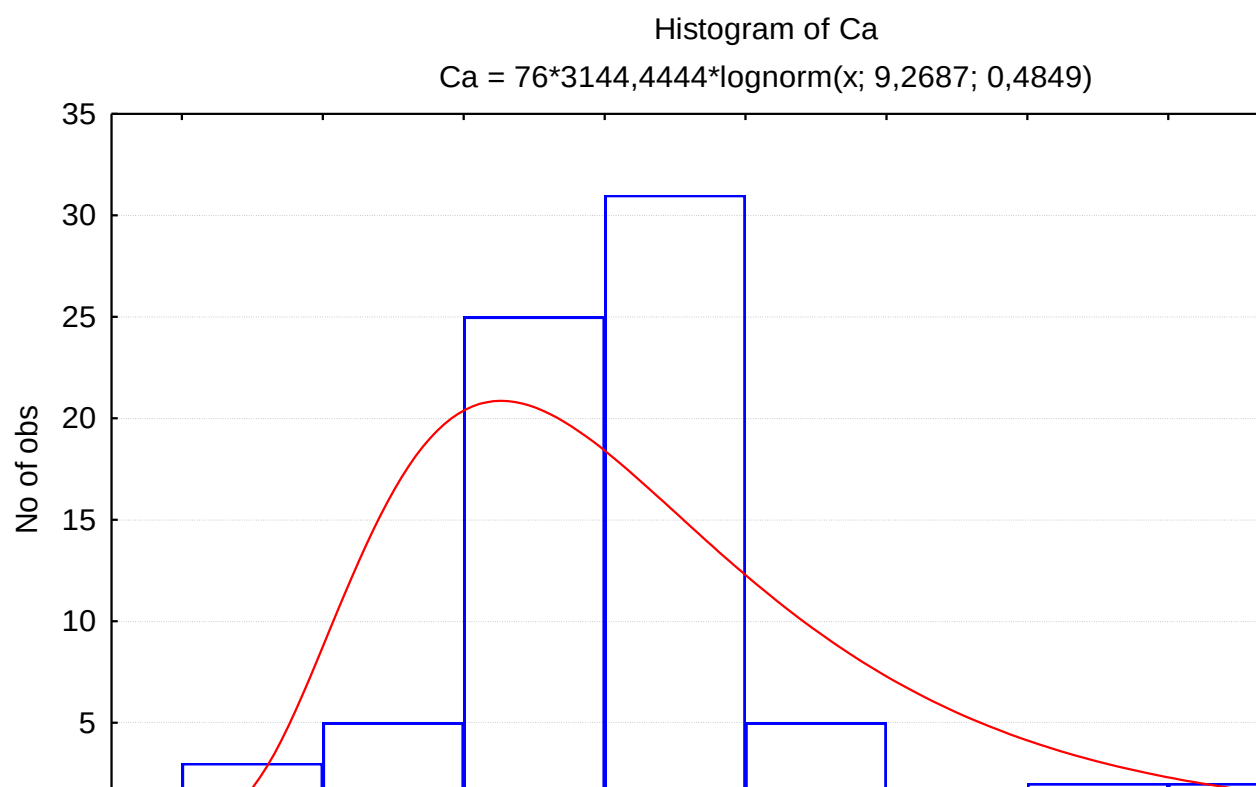


Figure 26. – Lognormal distribution of element content using calcium as an example

Table 7. – Background contents of elements in a selection*

Element	Na	Ca	Sc	Cr	Fe	Co	Zn
Background	5336,31	10560,35	6,58	174,65	20346,37	9,353	72,9
Element	As	Br	Rb	Sr	Sb	Cs	Ba
Background	3,06	1,72	49,50	55,51	0,516	1,827	281,5
Element	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb
Background	16,79	40,19	15,20	3,01	0,579	0,485	2,23
Element	Lu	Hf	Ta	Au	Th	U	
Background	0,278	7,754	0,663	0,005	5,18	1,85	

* Elements with the lognormal distribution law are highlighted in red.

Further, on the basis of correlation analysis, the relationships between the elements were established. This information is presented on the graphs of associations.

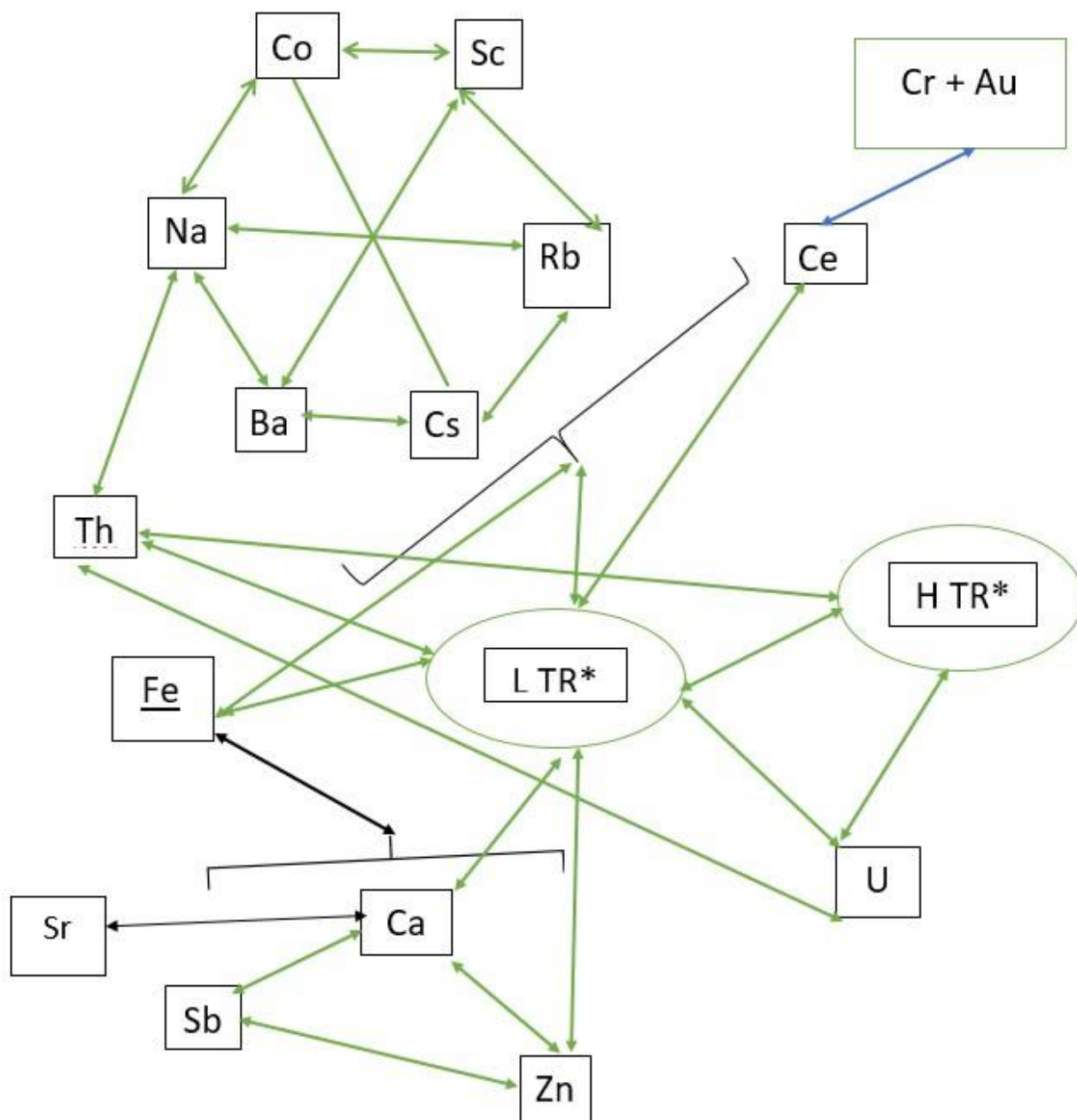


Figure 27. – Graphs of associations of chemical elements in soils of Yoshkar-Ola.

Note: The green arrow is a positive correlation of more than 0.5, the blue arrow is a negative correlation, the black arrow is a positive correlation of less than 0.5.

* L TR (Light rare earths): La Ce Nd Sm Eu + Hf Ta.

H TR (Heavy Rare Earth Metals): Tb Yb Lu

The final stage of statistical processing is factor analysis. It aims to reduce the number of variables and help determine the structure of the relationships between them.

In our work, a four-factor model was used. Consider each selected factor separately.

Factor number 1. Petrofund factor. It affected the distribution of alkali metals and rare earths, as well as thorium. Also, this factor affects scandium, cobalt and is slightly weaker on iron - d elements of the 4th period of the Periodic system of elements Mendeleev.

Factor No. 2 is most likely associated either with the hydrogeology of the region, since the RME waters are characterized by high contents of iron and calcium, or with industry, since bromine is used in the manufacture of pharmaceutical products, and arsenic in alloying alloys in the production of semiconductors, as well as tanning of the skin.

Factor No. 3 is not found out.

Factor No. 4 - most likely vehicles. This factor affects antimony and zinc. Both of these elements are used in metallurgy, medicine, and semiconductor manufacturing. On the territory of Yoshkar-Ola there is a Semiconductor Devices Plant and the pharmaceutical company “Marbiopharm”.

3.3. Population Risk Assessment

Risk analysis for the entire city, without dividing into functional zones. These values will allow us to identify areas of increased risk for the population of Yoshkar-Ola.

Table 8. – Assessment of non-carcinogenic risk for the territory of Yoshkar-Ola

Element	Код CAS	C ± s ** soil., mg/kg	KO per.	KO ing.	KO
Cr* (YI)	18540-29-9	184,3 ± 70,1	0,129	0,101	0,229
Ba	7440-39-3	281,6 ± 103	< 0,001	0,031	0,031
As	7440-38-2	4,0 ± 2,62	0,018	0,007	0,025
Fe	7439-89-6	20346,4 ± 7627	0,093	0,002	0,095
Zn	7440-66-6	86,0 ± 56,1	< 0,001	0,005	0,006
Co	7440-48-4	9,4 ± 3,29	< 0,001	0,256	0,256
Sb	7440-36-0	0,6 ± 0,39	0,002	< 0,001	0,002

* Elements highlighted in red for which a carcinogenic risk will subsequently be calculated.

** ± s indicates standard deviation

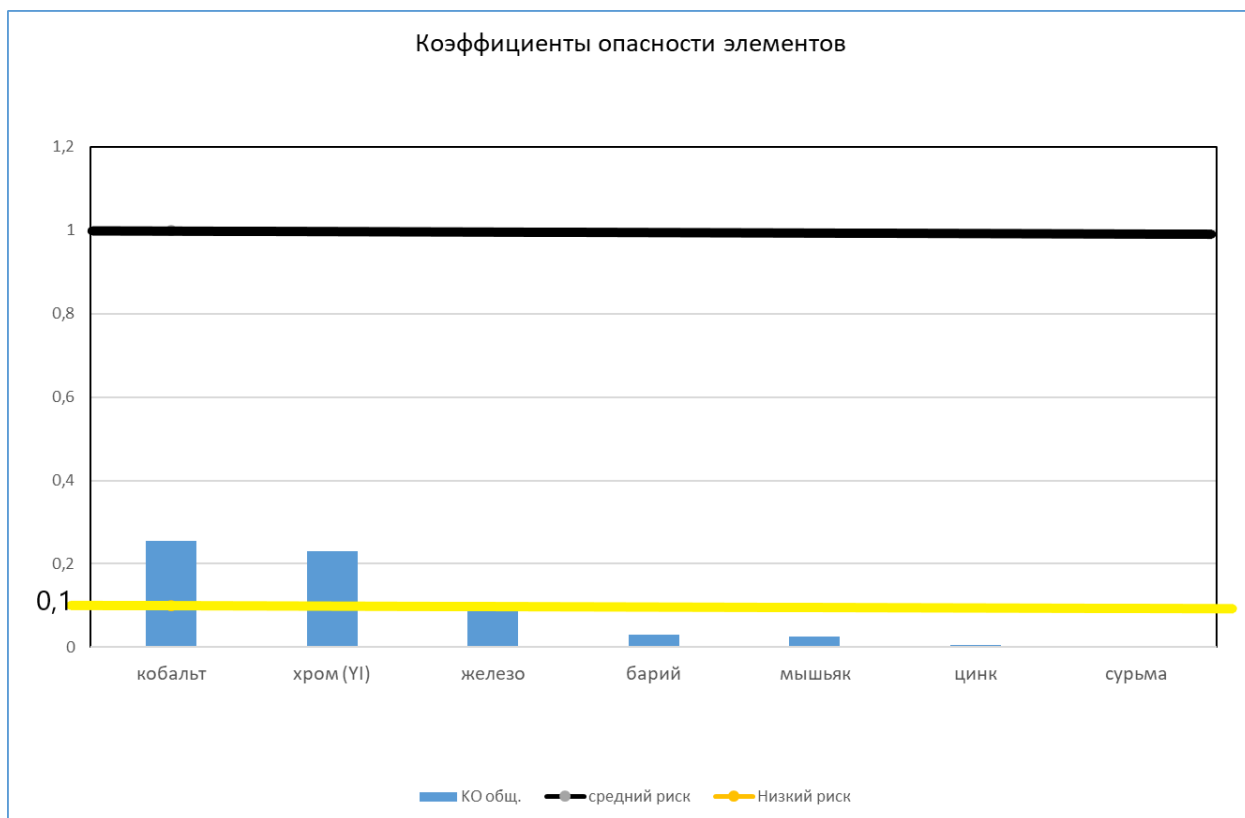


Figure 28. – Risk factors for ranking non-carcinogenic risk of toxic effects of elements in soils on human health

Summarizing the results of risk assessment, it should be noted that its level is not dangerous for the life and health of the population.

Conclusion

The city of Yoshkar - Ola is a major historical, cultural and tourist center. The city attracts large flows of tourists from other regions of Russia and abroad. The ecological situation in the city allows us to talk about the safety of the urban environment for residents and guests of the capital of the republic.

During the thesis, the mineral composition of dust aerosols was studied, dust load calculations were made, cartographic material was created that describes the situation with soil pollution and dust in different functional areas of the city. It is important to note that the solid snow sediment in Yoshkar-Ola has not been previously studied, as well as soils by neutron activation analysis. From this follows the scientific novelty of the study: new data on the contents of a wide list of elements were obtained, an attempt was made to establish factors affecting the distribution and accumulation of the studied elements. A literature review was conducted, during which a comparison was made Yoshkar - Ola with other cities of Russia (Moscow, Tomsk), on the parameter of the power of the dust load. The risks for the city population are calculated. Based on the foregoing, it follows that the goals are achieved and the tasks are completed.

As for the prospects of this study, there are other cities in Mari El that have not been subjected to detailed study, but also have either high industrial, or recreational and logistic potential. Volzhsk is an important industrial hub of the republic, and Kozmodemyansk is the cultural, tourist and historical center of the region. Therefore, the work will be continued and perhaps an ecological portrait will be drawn up not only of the Mari El Republic as a whole, which has already been done by the regional authorities, but also of each city individually. This will increase the investment attractiveness of the region, help it become a center of domestic tourism and find additional sources of income.