

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

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Биогеохимическая индикация экологического состояния территории города Красноярска

УДК 581.45:582.681.82:543(1-21)(571.51)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ81	Веселкова Алена Александровна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Юсупов Дмитрий Валерьевич	кандидат геолого-минералогических 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 ООД ШБИП	Скачкова Лариса Александровна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Барановская Наталья Владимировна	доктор биологических наук, доцент		

**Запланированные результаты обучения по
программе 05.04.06 «Экология и природопользование»**

Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
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 (ПК-1, 2, 4, 6, 10; ОПК-1, 2, 3, 6, 8; ОК-1, 2,3), Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.1-5.2.3., 5.2.5, 5.2.9)
P2	Разрабатывать природоохранные мероприятия, практические рекомендации по охране природы и обеспечению устойчивого развития, проводить оценку воздействия планируемых сооружений на окружающую среду, диагностировать проблемы охраны природы.	Требования ФГОС (ПК-3, 4, 5, 6, 9; ОПК- 2, 6, 7, ОК-1, 3) Критерий 5 АИОР (п. 5.2.4, 5.2.7-5.2.8)
P3	Организовывать и проводить экологическую экспертизу различных видов проектного задания, осуществлять экологический аудит любого объекта, владеть основами проектирования	Требования ФГОС (ПК- 3, 4, 5, 7, 8, 9; ОПК- 6, 7, ОК-1, 2) Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.6, 5.2.10, 5.2.14.- 5.2.15)
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 организации	Требования ФГОС (ПК- 9, 10; ОПК-3, 5, 7, 9, ОК-1, 2, 3) Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.16)
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	Требования ФГОС (ПК – 4, ОПК-4, ОК-3) Критерий 5 АИОР (п. 5.2.12-5.2.16)
P6	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ПК-1, 6, 10, ОПК-2, 3, 4, 5, 8, ОК-1, 2, 3) Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.13-5.2.16)

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 (специальность) 05.04.06 «Экология и природопользование»
 Уровень образования магистратура
 Отделение геологии
 Период выполнения (весенний семестр 2019/2020 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:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.03.2020	<i>Глава 1 Литературный обзор по теме диссертации</i>	10
30.03.2020	<i>Глава 2 Физико-географические характеристики территории</i>	10
30.03.2020	<i>Глава 3 Геоэкологическая характеристика территории города</i>	10
20.04.2020	<i>Глава 4 Объект и методы исследования</i>	10
18.05.2020	<i>Глава 5 Эколого-геохимическая оценка территории Красноярска по данным элементного состава золы листьев</i>	30
31.05.2020	<i>Глава 6 Социальная ответственность</i>	15
31.05.2020	<i>Глава 7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	15

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Юсупов Д. В.	кандидат геолого-минералогических наук, доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Барановская Н. В.	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
 _____ Барановская Н.В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ81	Веселковой Алене Александровне

Тема работы:

Биогеохимическая индикация экологического состояния территории города Красноярск	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	11.02.2019 №1063/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(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.).</i></p>	<p>Публикации, фондовые источники, интернет ресурсы, самостоятельно собранный материал.</p>
---	---

<p>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></p>	<p>1. Биогеохимические критерии оценки экологического состояния окружающей среды урбанизированных территорий; 2. Физико-географические характеристики территории г. Красноярска; 3. Геоэкологическая характеристика территории города; 3. Объект и методы исследований; 4. Эколого-геохимическая оценка территории Красноярска по данным элементного состава золы листьев тополя; 5. Социальная ответственность; 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Карта-схема опробования, карты пространственного распределения элементов в золе листьев тополя на территории г. Красноярска.</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Скачкова Лариса Александровна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Рыжакина Татьяна Гавриловна
Раздел ВКР, выполненный на иностранном языке	Сыскина Анна Александровна

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Physico-geographical and economic characteristics of the study area

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

Задание выдал руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Юсупов Дмитрий Валерьевич	кандидат геолого-минералогических наук, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ81	Веселкова Алена Александровна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа 2ГМ81	ФИО Веселкова Алена Александровна
-----------------	---

Школа Уровень образования	ИШПР Магистратура	Отделение школы (НОЦ) Направление/специальность	Отделение геологии (05.04.06) 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 применяемым методам
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы расхода материалов согласно сборнику сметных норм на геолого-разведочные работы, выпуск 2 «Геолого-экологические работы»
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Страховые взносы – 30 % НДС – 20 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Технико-экономическое обоснование проведения исследований Линейный график выполнения работ
---	---

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Линейный календарный график выполнения работ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ81	Веселкова Алена Александровна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 2ГМ81	ФИО Веселковой Алене Александровне
-----------------	---------------------------------------

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	(05.04.06) Экология и природопользование

Тема ВКР:

Биогеохимическая индикация экологического состояния территории города Красноярск	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования являются данные о содержании химических элементов и минеральном составе проб листьев тополя, отобранных на территории г. Красноярск. Полученные в ходе работы данные могут быть использованы для создания программы работ в Красноярском центре по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, а также для прогнозирования экологической обстановки городской среды на локальном и региональном уровнях.
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.	Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020), СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, СанПиН 2.2.4.548-96, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03, СНиП 23-05-95, ГОСТ 12.1.003-83, СН 2.2.4/2.1.8.562-96, ГОСТ 12.1.045– 84, ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.4.124-83, ГОСТ 12.1.004-91, ГОСТ 12.4.009-83, НПБ 105-03
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные факторы: отклонение показателей микроклимата, недостаточное освещение рабочей зоны, повышенный уровень шума, ЭМП, нервно-психические перегрузки. Опасные факторы: электрический ток, пожарная опасность.
3. Экологическая безопасность:	Источниками загрязнения окружающей среды являются: крафт-пакеты, реактор для проведения инструментального нейтронно-активационного анализа, персональный компьютер.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможной и наиболее типичной ЧС является пожар на рабочем месте.

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

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	Веселкова Алена Александровна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа магистра объемом 110 страниц машинописного текста состоит из введения, 7 глав, заключения, приложения; работа проиллюстрирована 20 таблицами и 17 рисунками. Список литературы насчитывает 79 источников.

Ключевые слова: эколого-геохимическая оценка, листья тополя, элементный состав, урбанизированная территория, г. Красноярск.

Объект исследований: листья тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) на территории г. Красноярск.

Предмет исследований: химический и минеральный состав листьев на территории г. Красноярск.

Цель дипломной работы: провести эколого-геохимическую оценку состояния территории г. Красноярск и выявить возможные источники воздействия на ее состояние, используя биогеохимические методы исследования.

В 2014 и 2017 гг. на территории г. Красноярск отобрано и обработано в общей сложности 56 проб листьев тополя. Пробы проанализированы при помощи инструментального нейтронно-активационного анализа, помимо этого проведены электронно-микроскопические исследования вещественного состава.

Данные лабораторных исследований обработаны с использованием компьютерных программ Microsoft Excel, Statistica, построение карт-схем пространственного распределения элементов на территории г. Красноярск производилось в программах Surfer и Corel Draw.

Область применения: полученные фактические данные и результаты могут быть использованы для подготовки программы работ по проведению биогеохимического мониторинга состояния окружающей среды г. Красноярск.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ГН – гигиенический норматив;

ГОСТ – государственный стандарт;

ИЗВ – индекс загрязнения воды;

ИНАА – инструментальный нейтронный активационный анализ;

КрАз – Красноярский алюминиевый завод;

КраМЗ – Красноярский металлургический завод;

НПБ – нормы пожарной безопасности;

ОЖЦ – оценка жизненного цикла;

ПДК – предельно допустимая концентрация;

РЭМ – растровая электронная микроскопия;

СанПиН – санитарные правила и нормы;

СН – санитарные нормы;

СнИп – строительные нормы и правила;

ТЭЦ – тепловая электростанция;

ФЗ – федеральный закон;

ЧС – чрезвычайная ситуация;

ЭВМ – электронно-вычислительная машина.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВЕДЕНИЕ	14
1 ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ИНДИКАЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ	17
2 ФИЗИКО-ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ ИССЛЕДОВАНИЯ	22
2.1 Физико-географическая характеристика территории	22
2.1.1 Геологическое строение	22
2.1.2 Рельеф	25
2.1.3 Климат.....	28
2.1.4 Поверхностные и подземные воды	29
2.1.5 Почвенно-растительный покров.....	31
2.2 Экономико-географическая характеристика территории.....	32
2.2.1 Краткая история развития города, население	32
2.2.2 Функциональное зонирование территории города	33
2.2.3 Отрасли специализации и промышленные предприятия	34
3 ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА .	36
3.1 Качество атмосферного воздуха.....	36
3.2 Состояние поверхностных и подземных вод	37
3.3 Воздействие на почвенно-растительный покров.....	39
4. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	41
4.1 Отбор и подготовка проб листьев тополя.....	41
4.2.1 Инструментальный нейтронно-активационный анализ	44
4.2.2 Электронно-микроскопические исследования	46
4.2.3 Методика обработки аналитической информации.....	48

5 ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОЯРСКА ПО ДАННЫМ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ЗОЛЫ ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ ...	49
5.1 Общая биогеохимическая характеристика территории	49
5.2 Результат растровой электронной микроскопии	57
5.3 Интегральная оценка содержания элементов в золе листьев тополя	59
6 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	64
6.1 Техничко-экономическое обоснование продолжительности и объемы работ	64
6.2 Расчет затрат времени и труда на научно-исследовательскую работу .	67
6.3 Расчет затрат на материалы для научно-исследовательской работы	69
6.4 Расчет затрат на оплату труда.....	69
6.5 Расчет амортизационных отчислений.....	70
6.6 Расчет затрат на подрядные работы.....	71
6.7 Общий расчет сметной стоимости научно-исследовательской работы	71
7. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	73
7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	74
7.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства.....	74
7.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя	75
7.2 Производственная безопасность.....	75
7.3 Экологическая безопасность.....	82
7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	82
Выводы.....	84
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	85

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА.....	87
Список используемых источников.....	88
Приложение I.....	97

ВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования.

На городских территориях комплексы техногенных источников формируют сложную геоэкологическую обстановку. Современный процесс урбанизации и связанный с ним ряд экологических проблем вызывает необходимость индикации и объективной оценки состояния городской среды [30, 45].

Основная масса растений произрастает на урбанизированных территориях, следовательно, они подвержены высокому антропогенному воздействию и могут являться индикаторами состояния окружающей среды [36]. В основном листья растений используются для оценки загрязнения воздушной среды.

Цель работы - проведение эколого-геохимической оценки состояния территории г. Красноярска посредством изучения элементного состава листьев тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) и получение результатов о влиянии промышленных предприятий на компоненты окружающей среды с помощью биогеохимических исследований.

Задачи:

- произвести поиск и изучить научную и методическую литературу по данной теме;
- системно опробовать листья тополя на территории г. Красноярска;
- подготовить пробы для лабораторных аналитических исследований;
- определить химический состав проб золы листьев тополя с помощью инструментального нейтронно-активационного анализа;
- статистически обработать полученные аналитические данные;
- изучить пространственное распределение выявленных химических элементов на городской территории;
- сделать выводы и выявить возможные источники загрязнения исследуемой территории.

Объектом исследования являются листья тополя бальзамического

(*Populus Balsamifera* L.) на территории г. Красноярск.

Предметом исследования является химический и минеральный состав листьев на территории г. Красноярск.

Научная новизна работы:

– впервые определен элементный состав золы листьев тополя бальзамического (*Populus Balsamifera* L.) на территории г. Красноярск по данным инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА);

– построены геохимические карты пространственного распределения содержания химических элементов в золе листьев тополя, отражающие современное состояние компонентов окружающей среды г. Красноярск;

– рассчитан аддитивный показатель, отражающий интегральную оценку содержания химических элементов в листьях тополя.

Практическая значимость работы:

– полученные результаты могут быть использованы при проведении биогеохимического мониторинга, а также для определения источников загрязнения и принятия управленческих решений, направленных на минимизацию негативного воздействия на окружающую среду в г. Красноярск.

Фактические материалы и методы исследования

Листья тополя на территории г. Красноярск были отобраны в 2014 и 2017 гг. по равномерной площадной сети в масштабе 1:200000 (шаг опробования 2 × 2 км).

Отбор проб осуществлялся с приблизительно одновозрастных деревьев. Всего в ходе работы отобрано и проанализировано 56 проб.

Определение содержания химических элементов в золе листьев тополя производилось методом инструментального нейтронно-активационного анализа в аккредитованной ядерно-геохимической лаборатории на ядерном реакторе ИРТ-Т ТПУ (аналитики Судыко А.Ф и Богутская Л.В.).

Минеральный состав проб листвы тополя изучался в учебно-научной лаборатории электронно-оптической диагностики Международного инновационного образовательного центра «Урановая геология» Томского политехнического университета (аналитик Дорохова Л. А.).

Апробация работы

Результаты работы докладывались на XXIII Международном научном симпозиуме студентов молодых ученых имени академика М. А. Усова в 2019 г. (Томск).

Объем и структура диссертации: работа состоит из введения, 7 глав, заключения, списка литературы, содержит 20 таблиц, 17 рисунков, приложение. Объем рукописи – 110 страниц машинописного текста.

Благодарности

Автор выражает искреннюю благодарность научному руководителю, кандидату геолого-минералогических наук, Дмитрию Валерьевичу Юсупову за внимание, ценные советы, рекомендации и практическую помощь на всех этапах подготовки работы.

Автор признателен исполнителям аналитических исследований: Судыко Александру Федоровичу и Богутской Ларисе Васильевне.

За помощь в освоении и проведении электронно-микроскопических исследований автор благодарит аспирантку Дорохову Любовь Александровну.

Автор выражает благодарность доктору геолого-минералогических наук, профессору Леониду Петровичу Рихванову за рекомендации и ценные советы.

1 ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ИНДИКАЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

В настоящее время городская среда является специфическим образованием, которое возникло в результате взаимодействия природных ландшафтов и городской структуры. Рост и интенсивное развитие городов изменяет природные ландшафты и приводит к формированию новых – урбанизированных экосистем. В процессе формирования и развития города в значительно изменяется состояние природных вод, атмосферного воздуха и происходят микроклиматические изменения, вместо естественных почв формируются специфические образования - урбаноземы. Городские зеленые насаждения часто представлены "культурными насаждениями", поэтому структура антропогенных фитоценозов не соответствует региональным и зональным типам естественной растительности. Развитие зеленых насаждений в основном производится в искусственных условиях, что отрицательно сказывается на их функциональном состоянии.

Данные проблемы также отрицательно сказываются и на экологической обстановке окружающей среды [29].

Биогеохимия как наука была создана в начале XX века академиком В.И. Вернадским основоположником минералогии и геохимии. В.И. Вернадский является основателем биогеохимического метода исследования. Ученый определил биогеохимические процессы, как процессы элементного массообмена, характеризующими геохимическую деятельность организмов.

В. И. Вернадский начал работу по созданию биогеохимического метода поисков месторождений руд в середине 30-х гг. XX века. Ранее в 1926 г. был организован Отдел живого вещества по инициативе Вернадского. Основы метода были заложены в работах его последователей А.П. Виноградова, В.В. Ковальского, М.С. Ткалича и других ученых. В других странах – С. Палмквиста, Н. Брундина, Г.В. Уоррена, Х.Л. Кэннона, Р.Р. Данный метод был

впервые применен В.В. Ковальским с целью изучения урбанизированных территорий в 80-е годы XX века.

В России методы биогеохимического районирования получили широкое применение благодаря В. И. Вернадскому и его последователям. Биогеохимическое районирование с выделением территорий с избытком и недостатком химических элементов, а также позволяющие при усилении техногенеза определить геоэкологические проблемы территории.

Листья деревьев могут служить природным планшетом аккумулирующим загрязнения из окружающей среды, и отражающим интенсивность техногенного воздействия на экосистемы.

Это возможно за счет морфологических особенностей (шероховатость поверхности листа, наличие воска и трихом на поверхности, пассивная диффузия загрязнителей и др.).

В западных странах применяются методы, с помощью которых возможно оценивать степень воздействия факторов внешней среды на геосферные оболочки. Эта группа включает в себя и метод оценки жизненного цикла (ОЖЦ). Процесс оценки совокупной нагрузки промышленных систем и производства изделий и услуг в течение всего их жизненного цикла, то есть, включая добычу сырья, процессы производства и окончательное размещение их в окружающей среде, на человека и окружающую среду, называется метод оценки жизненного цикла (ОЖЦ). Но в настоящее время этот метод не совсем достоверен, так как при его использовании почти совсем не учитываются данные о загрязнении окружающей среды на региональном уровне, а этого не должно быть, особенно при производстве продуктов питания.

Еще в 1997 году Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ - IAEA) стало реализовывать программу «Валидация и применение растений, как биомониторов микроэлементного загрязнения атмосферы, проанализированных ядерными и относящимися к ним методами», тем самым показав, что они не против проведения биомониторинга. Это агентство

разработало ряд рекомендаций по отбору проб, это и параллельный отбор проб в различных точках региона, и запрет взятия проб возле транспортных путей сообщения, и так далее (Smadis, 2007).

А для того, чтобы оценить состояние атмосферы на городских территориях в настоящее время используют европейскую сеть биомониторинга «ЕвроБионет», в которую входит 13 институтов и метеостанции, расположенные в 8 странах. При этом эта сеть биомониторинга постоянно расширяется. Использование биомониторов позволяет судить о том, какие виды загрязнения присутствуют в той или иной местности, что является источниками этих загрязнений, а в некоторых случаях можно оценить и интенсивность загрязнения, которая вычисляется по разнице между степенью загрязнения и тем, какие изменения происходят в организме. А для того, чтобы построить карты загрязнения атмосферы городов металлами используют данные по элементному составу растительности, которая произрастает на этих территориях (Ялалтдинова, 2015).

Процесс урбанизации, который проходит в настоящее время вызывает ряд экологических проблем. Все это в свою очередь вызывает необходимость индикации и оценки состояния окружающей среды города (Лисина, 2005). Мониторинг данных проблем может проводиться несколькими методами. Важное место среди них принадлежит учету содержания загрязнителей в живых организмах (Неверова [и др.], 2003), (Огородникова [и др.], 2016).

Биоиндикация – оценка качества окружающей среды по состоянию ее биоты. Она основана на наблюдении за составом, численностью, отклонениями в развитии организмов-индикаторов. Так, к морфологическим отклонениям высших растений относят изменение окраски листьев, хлороз, пожелтение, некроз, увядание листовой и дефолиация (Будыко, 1960). В силу этого листовые пластинки древесных растений представляют собой важный объект для осуществления экофизиологических исследований. Следовательно, изменения, происходящие в ассимиляционном аппарате высших растений, могут служить

достоверным информативным индикатором отрицательного влияния антропогенных факторов (Ташекова [и др.], 2017).

Биогеохимическими индикаторами загрязнения почвы (включая загрязнение ТМ) выступают растения и конкретные их части (Парибок, 1983). Судя по результатам анализа литературных источников (Турсуналиева, 2017), одним из основных показателей состояния городской среды являются листья деревьев, поскольку листовая пластина способствует поглощению и аккумуляции содержащихся в промышленных выбросах загрязняющих веществ (Ялалтдинова, 2015). Большая часть загрязняющих веществ, которые откладываются на поверхности листа, не являются фоновыми (Уфимцева, 2015). Поглощение листьями из воздуха ядовитых металлов определяется, во-первых, характеристиками самих растений (величиной и формой листьев, их расположением в кроне дерева, восковым покрытием и т.д.), а во-вторых, характеристиками загрязнений и условий окружающей среды (размером частиц поллютантов, их концентрацией, освещённостью и температурным режимом и т.д.) (А. Vonneau, 2012), (Kenneth S. McGuire, 1995). Механизм поглощения листовой пластиной ионов носит многоступенчатый характер, включающий, в числе прочего, пассивную диффузию и активную транспортировку веществ (Огородникова [и др.], 2016). Механизм поступления и аккумуляции ЗВ, согласно Илькун Г.М. включает три этапа: сорбция кутикулярным слоем и клетками эпидермиса; диффузия внутрь листовой пластины через устьичные щели и растворение в насыщающей оболочке листа жидкости; транспортировка от места поглощения к соединительным тканям растения и аккумуляция внутри клеток.

По мнению таких специалистов, как Терехина, Уфимцева и др., в анализе экологического состояния городской среды в качестве одного из наиболее перспективных подходов следует рассматривать метод биоиндикации, обеспечивающей, как полагают эти авторы, получение комплексных данных, на основе которых могут быть разработаны профилактические мероприятия,

направленные на совершенствование городской экологии в «зонах риска» (прежде всего, подразумеваются угрозы для здоровья местных жителей). При этом выводы, сделанные на базе биоиндикационных и физико-химических данных, не во всех случаях совпадают друг с другом. Не проводились и исследования, направленные на сопоставление оценок городской экологии с биоиндикационных и медико-демографических позиций.

Из противоречивости оценок экологической обстановки в городах можно сделать вывод об актуальности изучения сфер применения в геоэкологии биоиндикационных методик. В таких исследованиях значимый этап изучения применимости указанных методов состоит в определении характера связей индикационных показателей с физико-химическими критериями имеющих место в городской среде техногенных трансформаций, а также в выявлении в них закономерностей, соответствующих определённым геоэкологическим условиям (Петрунина, 2012)

2 ФИЗИКО-ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Физико-географическая характеристика территории

Красноярск – крупнейший город России, основанный в 1628 году. Красноярск является экономическим, промышленным, культурным и образовательным центром Центральной и Восточной Сибири. Протяженность города с Запада на Восток составляет около 41 км, с севера на юг - 37 км.

Город долгое время был процветающим купеческим центром Сибири. Схема города представлена на рисунке 1.

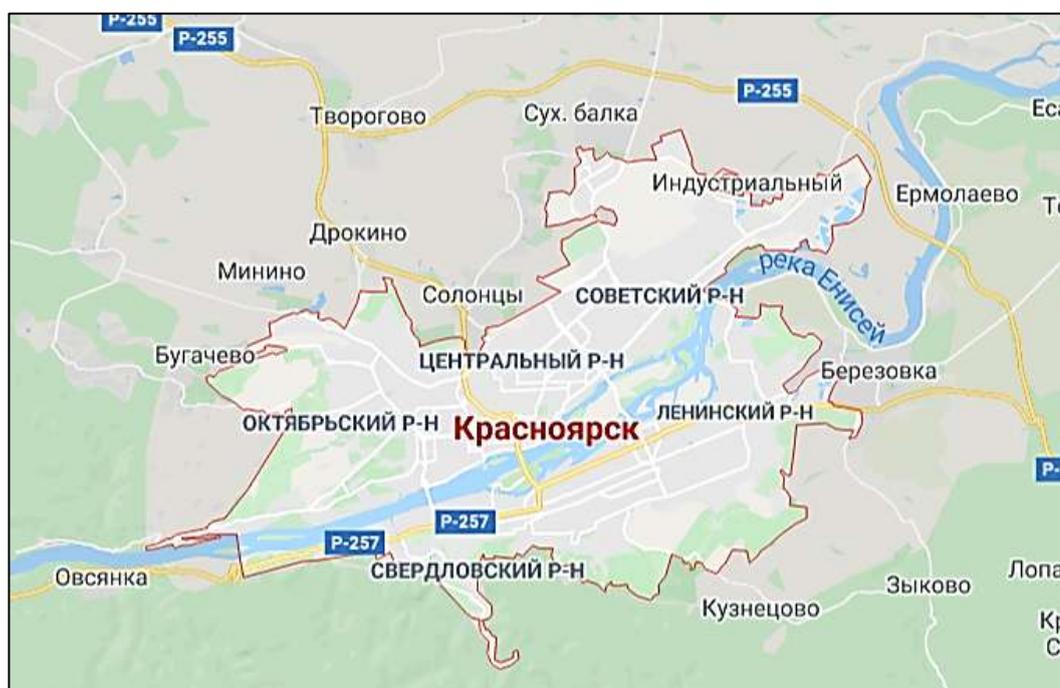


Рисунок 1 – Схема г. Красноярск

Красноярск расположен на реке Енисей. В экономическом плане город относится к Восточной Сибири, так как именно здесь располагается его экономический центр.

2.1.1 Геологическое строение

В районе г. Красноярск прослеживаются отложения кембрийского ордовик – силурийского, девонского каменноугольного, юрского, третичного и четвертичного возрастов, а также интрузивные образования.

Кембрийские отложения широко распространены в юго-восточной части района, слагая здесь Торташинский хребет, бассейны рек и ручьев Слизневой Рассохи, Калтата, Намурта, Больших Сынжулей, Большой и Малой Войлы, Хариусного. Среди пород этого возраста преобладают известняки белые, светло-серые, серые массивные, часто мраморизованные. Подчинённую роль играют доломиты, аргиллиты, алевролиты, песчаники, сланцы, образующие среди известняков прослой незначительной мощности.

Породы интенсивно дислоцированы, местами рассечены тектоническими разломами. Мощность отложений — более 2000 м [3].

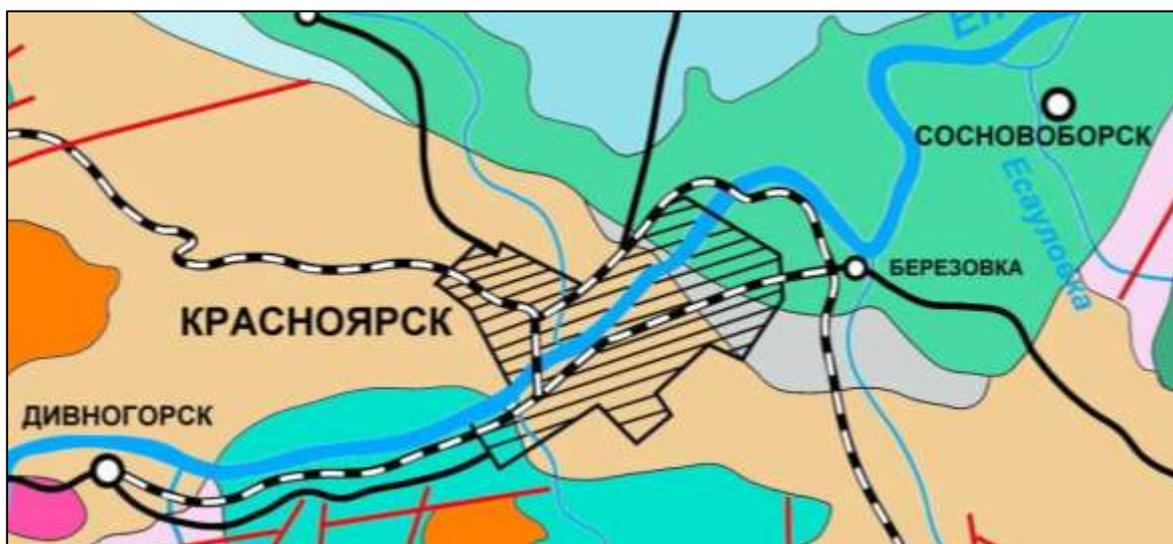
Ордовик-силурийские отложения развиты в долине р. Базаихи, выше устья Яхонтового лога, в истоках ручьев Каштака, Медвежьего и в районе горы Сопка. Это вулканогенные образования, представленные туфами VI порфиритами. Туфы — массивные персгрокрашенные породы скрытозернистой структуры. Порфириты — тёмно-серые, чёрные породы с отчётливо выраженной порфировой структурой.

Девонские отложения в районе г. Красноярска распространены широко. Они наблюдаются в левобережной части Енисея, в бассейне р. Берёзовки, деревень Каменка, Свищево, выходят на поверхность в районе деревень Зыково, Красногорки, Дрокино, в пос. Бугач и в ряде других мест.

Литологически породы представлены песчаниками, алевролитами, аргиллитами, мергелями, конгломератами, гравелистыми, известняками. В большинстве разрезов преобладают обычно песчаники, алевролиты и аргиллиты. Остальные породы образуют маломощные, не выдержанные по простиранию прослой. Характерной особенностью пород является их красная окраска. Мощность отложений — более 1000 м.

Каменноугольные отложения прослежены на участке от р. Батеюшки до д. Шумково. Представлены они песчаниками, известняками, мергелями, алевролитами, которые, в отличие от отложений девонского возраста, окрашены в серые тона.

Юрские отложения (рис. 2) распространены в северной части района. Почти повсеместно они перекрыты сверху четвертичными образованиями. В литологическом составе пород доминируют песчаники; в подчинении находятся алевролиты, аргиллиты, гравелиты, конгломераты, угли. Для пород характерны светлая (в основном серая) окраска, слабая цементация, пологое залегание. Мощность отложений — до 300 м и более.



- Девонская система. Порфириты, ортофтры, туфы, песчаники, алевролиты, конгломераты.
- Каменноугольная система. Песчаники, алевролиты, аргеллиты, туфы, туффиты, известняки, конгломераты.
- Кембрийская система. Известняки, доломиты, диабазы, туфы, сланцы, кварциты, песчаники.
- Юрская система. Серые песчаники, алевролиты, аргиллиты.
- Щелочные граниты, щелочные сиениты, щелочные образования от сиенитов до гранитов.
- Тектонические нарушения.

Рисунок 2 – Схема геологического строения г. Красноярска и его окрестностей

Третичные отложения, или верхне-палеоген-неогеновые образования, широко развиты на правом и левом берегах Енисея, где слагают верхнюю часть плосковершинных водоразделов с абсолютными высотами 310-370 м. Залегают они повсеместно на размывтой поверхности девонских и юрских отложений и представлены разнообразными породами: от гравийно-галечниковых до тяжёлых глин. Мощность отложений изменяется от нескольких до 60 метров.

Представление о строении и составе описываемых отложений можно получить в основном по карьерам и другим искусственным выработкам, так как сверху они почти повсеместно покрыты образованиями четвертичного возраста.

Четвертичные отложения представлены главным образом аллювием рек, слагающим их поймы и террасы. В районе г. Красноярска прослеживается семь надпойменных террас в долине р. Енисея две надпойменные террасы по Качи, Берёзовки, и Базаихи [3].

2.1.2 Рельеф

Левосторонняя и правосторонняя части речной долины Енисея довольно значительно отличаются друг от друга рельефом возвышенностей; на левом берегу Енисея максимальная высота (более 500 м) соответствует сформированной вулканитами г. Николаевская Сопка.

Максимальные высоты на северной окраине города составляют от 250-ти до 310-ти метров; в зоне междуречья до сих пор имеются занимающие примерно 1/5 часть её площади остатки денудационной поверхности выравнивания олигоцена-миоцена. Наиболее широко (примерно 65 процентов площади) распространены денудационные и эрозионно-денудационные склоны; по показателю крутизны склонов чаще прочих встречаются относящиеся к категории пологих и умеренных (наклон которых составляет менее 15-ти градусов и от 15-ти до 25-ти градусов, соответственно, тогда как крутые склоны (угол которых превышает 25 градусов) встречаются нечасто, что обусловлено факторами геологической структуры.

Эрозионный рельеф непосредственно связан с долинами ручьёв, малых рек, а также с логами (водотоками временного характера). Рисунок речной сети в плане носит перистый характера; большая часть речных долин в поперечном сечении обладает V-образным профилем.

В пределах городской территории техногенный рельеф проявлен на отдельных участках; в особенности типичным для данной местности является псевдотеррасное (ступенчатого характера) оформление расположенной между

Речным вокзалом и парком набережной. Есть ряд и иных техногенных форм рельефа: заводские карьеры и насыпи, речные дамбы и т.п.

По правому берегу Енисея рельеф носит предгорный характер и более возвышен; в восточной части правобережной зоны расположена самая высокая (691 метр) точка местности – г. Чёрная Сопка, с точки зрения геологического происхождения являющаяся отпрепарированным останцем штокообразной субвулканической интрузии щелочных долеритов и тингуаитов. На территории заповедника распространён характерный рельеф денудационного и эрозийно-денудационного типа, базирующийся на интрузии сиенитов столбовского сиенит-граносиенитового комплекса средне-позднего ордовика. В данной зоне находится известная природная достопримечательность – так называемые Красноярские столбы, представляющие собой различного размера останцы сиенитов и расположенные на склонах с разным углом наклона (от умеренных до крутых), а также на пологих плоскостях территории междуречья. На сиенитах максимальные высоты составляют от 729-ти до 881-го метра; в данной зоне происхождение поверхности междуречья носит грядово-сопочный характер.

Максимальные отметки высоты в пределах Торгашинского горного хребта достигают от 610-ти до 580-ти метров; водораздел между Енисеем и р. Базаихой можно охарактеризовать как систему узких денудационных останцев мел-палеогенового возраста, древовидно разветвлённых и постепенно разрушающихся под влиянием эрозионно-склоновых процессов неотектонического этапа. Что касается линии водораздела, то частично она носит гребневидный и частично грядовый характер; между возвышенностями залегают седловины. Ориентированные к городу северные склоны Торгашинского горного хребта имеют угол наклона от умеренного до крутого; их геологическое происхождение носит эрозионно-денудационный характер. Участки, характеризующиеся крутыми склонами, в большинстве являются техногенными. Направленные к р. Базаихе южные склоны по углу наклона

варьируются от умеренно-крутых до очень крутых (превышающих 45 градусов), относящихся к гравитационной категории; на последних, особенно на восьмикилометровом участке от Корчина лога до пос. Базаиха, распространены обвалы и осыпи. На данных склонах довольно многочисленны останцы известняка, частично относящиеся к отпрепарированным биогермам.

Речная долина Базаихи по форме является корытообразной; ширина её поймы составляет от 250-ти до 400-т метров; фрагментарно встречаются низкие террасы, минимальная высота которых составляет 6 метров, максимальная – 18. Особенно ярко террасы выражены в устье ручья М. Сынжул (выше по течению, чем пос. Мраморный Карьер). Склоны носят ассиметричный характер; в пойме встречаются мелкие неправильные меандры вторичного характера. Северные склоны долины имеют, в основном, больший угол наклона; как уже упоминалось, здесь распространены осыпи и обвалы. В изобилии встречаются останцы, а также скальные участки обрывистого характера.

Поскольку формирование Торгашинского горного хребта обеспечено большей частью кембрийскими известняками и в некоторых частях – доломитами, наиболее широко распространёнными в данной зоне являются карстовые формы рельефа, в число которых входят: останцы (в основном в южной части), пещеры, гроты, расположенные в пределах водораздела воронки и т.п.; пещеры, расположенные здесь, относятся к подземным карстовым формам рельефа.

На правом берегу эрозионный рельеф непосредственно связан с образующими дренаж Торгашинского хребта малыми долинами, направленными по отношению к р. Енисей перпендикулярно, по отношению к р. Базаихе – диагонально, что обусловлено наличием у Базаихи меандр первичного характера (в устье Корчина лога, а также возле пос. Базаиха и Мраморный Карьер). [12, 22]

2.1.3 Климат

В пределах анализируемого района тепловой режим создаётся, главным образом, под влиянием циркуляционных и радиационных факторов, а также за счёт характеристик подстилающей поверхности; кроме того, на него оказывают непосредственное воздействие такие условия, как средний рельеф и микрорельеф, структура почв и растительного покрова, водоёмы и техногенные факторы (застройка). Температура воздуха, вследствие указанных воздействий, может значительно колебаться в пределах нескольких километров (в ряде случаев – даже нескольких сотен метров). Максимально воздействие рельефа на тепловой режим проявляется в холодный сезон, когда в течение долгого времени, как правило, стоит ясная погода, благодаря чему воздух подвергается воздействию радиационного выхолаживания. Над котловинами наблюдается формирование мощных инверсий, вследствие чего на дне котловин скапливается холодный воздух. [5]

Климат можно охарактеризовать как резко континентальный, со значительными среднегодовыми и среднесуточными колебаниями температур (при положительной среднегодовой температуре, составляющей от 0,5 до 0,6 ° по шкале Цельсия. Самое низкое температурное значение наблюдается в январе (от -16,8 до -18,3°C, в некоторые годы – существенно ниже). В свою очередь, самый тёплый месяц в году – июль; среднесуточная температура в этот период составляет выше 15 °С. Начиная с августа, температура постепенно снижается, переходя к отрицательным значениям во второй половине октября.

Быстрее всего температурные значения повышаются весной, особенно в марте и апреле, когда температурные колебания между 1-й и 3-й декадами могут достигать более 6 градусов по Цельсию. В феврале, вследствие повышения солнца над горизонтом и увеличения продолжительности дня среднедневная максимальная температура более, чем на 3 градуса превышает показатели января. Температура воздуха в переходные сезоны составляет выше (или ниже) среднемесячного значения в начале и в конце месяца. Температура

воздуха осенью характеризуется, главным образом, численностью дней, в которые температура опустилась ниже -20 градусов по Цельсию. [46]

Среднегодовая скорость ветра на территории г. Красноярск составляет 2,3 м/с. В летний период на данной территории преобладают ветры западного и северо-западного направлений.

2.1.4 Поверхностные и подземные воды

Красноярский край относится к водообеспеченной территории России, однако, часть южных районов города являются засушливыми. Площадь бассейна р. Енисей составляет 2,58 млн. км². При этом ему принадлежат 78 % территории Красноярского края, включая Таймырский и Эвенкийский муниципальные районы, остальное относится к бассейнам рек Оби, Лены, Хатанги, Пясины и других меньших рек.

Запасы подземных вод оцениваются в 10 км³/ год составляя тем самым около 3 % от общероссийских показателей (300 км³). Подземные воды достаточно защищены от поверхностных загрязнений, поэтому в питьевом водоснабжении их доля возрастает. Индекс загрязненности вод (ИЗВ) определяется в Красноярском крае для 15 створов: р. Енисей – 4 створа, р. Ангара – 2 створа, р. Чулым – 2 створа, р. Кан – 3 створа, р. Кача – 2 створа, Красноярское водохранилище – 2 створа. Критерии качества воды таковы:

- очень чистая,
- чистая,
- умеренно загрязненная,
- загрязненная,
- грязная,
- очень грязная.

Расчет ИЗВ был выполнен по шести компонентам. И на основе этих расчетов можно сказать, что почти все водные объекты края по качеству поверхностных вод не соответствуют требованиям нормативов.

Среди основных источников загрязнения водного бассейна края можно назвать сточные воды предприятий сельского и коммунального хозяйства, промышленных объектов, а также поверхностный сток [17].

Исследование подземных вод в районе г. Красноярска показало, что почти все они, имеют связь с генетическими комплексами пород. Если говорить о отложениях четвертичного возраста, которые характеризуются рыхлостью, то в этом случае подземные воды представляют собой грунтовые потоки, а вот в слабо сцементированных отложениях юрского возраста подземные воды представляют собой водные пласты, а в породах каменноугольного, силур-ордовикского, девонского, кембрийского возраста, которые характеризуется повышенной плотностью, и в интрузии подземные воды находятся только в трещинах различного происхождения.

По аллювии пойм и террас Енисея, Березовки, Базаихи Качи находятся грунтовые воды четвертичных отложений.

А в долине Енисея самое большое количество грунтовых вод отмечается в районе поймы первой и второй надпойменных террас.

По химическому составу грунтовые воды относятся обычно к гидрокарбонатным кальциевым и имеют минерализацию 0,2-0,3 г/л. По жесткости они принадлежат к мягким или умеренно жестким. Однако в черте города минерализация и химический состав вод несколько иной. В связи с загрязненностью вод в них наблюдается часто повышенное (до 30 мг/л) содержание хлора, присутствуют азотистые соединения; минерализация повышается до 0,8-1,0 г/л.

Режим вод находится в прямой зависимости от выпадающих атмосферных осадков и положения уровня воды в Енисее. Особенно быстро на изменения уровня Енисея реагирует уровень грунтовых вод на пойме и первой надпойменной террасе. Амплитуда колебания уровня грунтовых вод близ Енисея достигает 6-8 м, а на расстоянии 2,0-2,5 км от реки — 1,0-1,5 м.[31].

2.1.5 Почвенно-растительный покров

Характер растительного покрова г. Красноярска обусловлен местонахождением его территории близ границы лесостепной и таёжной природных зон и антропогенным воздействием. Также основным фактором, обуславливающим развитие различных типов растительности, является климат, в особенности количественные показатели тепла и влаги. Мощным трансформатором всех климатических факторов выступает рельеф, он определяет размещение растительных сообществ. Существенный отпечаток на закономерности распределения растительности накладывает химический состав почвообразующих пород.

В связи с экспансией вторичной растительности, синантропизацией и деградацией растительного покрова в условиях города, городскую растительность обычно подразделяют на культивируемую (садово-парковые комплексы, газоны) и спонтанную, которая представлена фрагментами естественной растительности и синантропными сообществами рудеральных растений.

Основными типами естественной растительности города в соответствии с классификацией, принятой для южной части Красноярского края, Хакасии, Забайкалья, северных лесостепей Средней Сибири, являются леса, степи, луга, кустарниковая и водная растительность, болота.

Таким образом, характер естественной растительности в черте города обусловлен положением между лесостепной и горнотаежной природными зонами и антропогенным воздействием.

Естественная лесная растительность представлена формациями сосновых и березовых лесов. Степную растительность формируют луговые, настоящие степи и степные петрофитные группировки. Луговая растительность представлена формациями пойменных и суходольных лугов. Кустарниковые, водные сообщества, болота, а также синантропные участки растительности существенно дополняют фитоценоотическое разнообразие городской среды.

Необходимо отметить, что пока на территории города сохраняются участки естественной растительности, можно говорить о сохранении городской флорой определенных зональных черт [4].

2.2 Экономико-географическая характеристика территории

2.2.1 Краткая история развития города, население

Красноярск является одним из важнейших и старинных городов Российской Федерации на территории Центральной и Восточной Сибири. Его территория раскинулась на берегах Енисея там, где сходятся Западносибирская равнина, Среднесибирское плоскогорье и Саянские горы.

Красноярск был основан в 1628 году. Урочище на его территории обживалось множество столетий и первоначально принадлежало енисейским кыргызам. С начала XVII века русские начали осваивать это место. Первоначальное его название – Новокачинский острог. С середины XVII века и до его конца город носил название Большой острог.

Первоначальное название острога было связано с расположением возле реки Кача, которая является левым притоком Енисея. С середины XVII века историки и летописцы упоминали термин Красный Яр. Это имя связано с местом возведения поселения и может переводиться как «красивый холм или берег». При получении статуса города словосочетание «красный яр» было видоизменено на слово Красноярск. В XIX веке Красноярск был одним из центральных направлений для политической ссылки.

В годы советской власти Красноярск был крупнейшим городом Сибири. Еще до войны здесь построили аэродром, запустили автобусы и паровые трамваи. В Великую Отечественную войну Красноярск стал центром эвакуации для многих промышленных предприятий из европейской части страны.

Население. В 1690 году территория получила статус города благодаря растущему населению. Основными жителями в это время являлись служивые

люди с семьями. Большая часть дворов принадлежала казакам. В начале XVIII века население города составляло 850 человек, а через пару лет – уже 2500.

Дальнейший рост Красноярска был связан с приходом Сибирского тракта в 1735 году, но, несмотря на это к концу XVIII века население города все равно составляло не более 2000 жителей.

В начале XX века масштабный прирост населения был вызван в Красноярске появлением железной дороги и открытием месторождений золота.

Распад Советского Союза и череда экономических трудностей привели к небольшой депопуляции населения в Красноярске в 1980-90-х годах. Однако уже с конца XX века эта негативная тенденция была преодолена. С 2012 года Красноярск стал городом-миллионником.

Рождение миллионного жителя Красноярска планировалось еще на советские годы. Но скорый развал страны привел к снижению населения на 50 тысяч человек. В начале XXI века количество жителей стало увеличиваться за счет притока мигрантов и сокращения темпов депопуляции. По последним данным, в городе проживает 1.080.000 человек, и Красноярск находится на 12-м месте в списке самых населенных городов страны. 92% населения – русские, по 1% – татары и украинцы, еще меньше в городе армян, киргизов, азербайджанцев, таджиков, узбеков, немцев и белорусов [52-53].

2.2.2 Функциональное зонирование территории города

Функциональное зонирование территорий города проводится в целях создания комфортной среды. На рисунке 3 представлена карта градостроительного зонирования [23].

Общая площадь территории города составляет 353,9 кв. км (35390 га). Структура территории города состоит из следующих зон: городская рекреационная – 9%; селитебная (жилая) – 23%; инженерной инфраструктуры – 4%; промышленная – 18%; природная рекреационная – 34%; специального назначения (кладбища, свалки и др.) – 2%; другое – 10%.

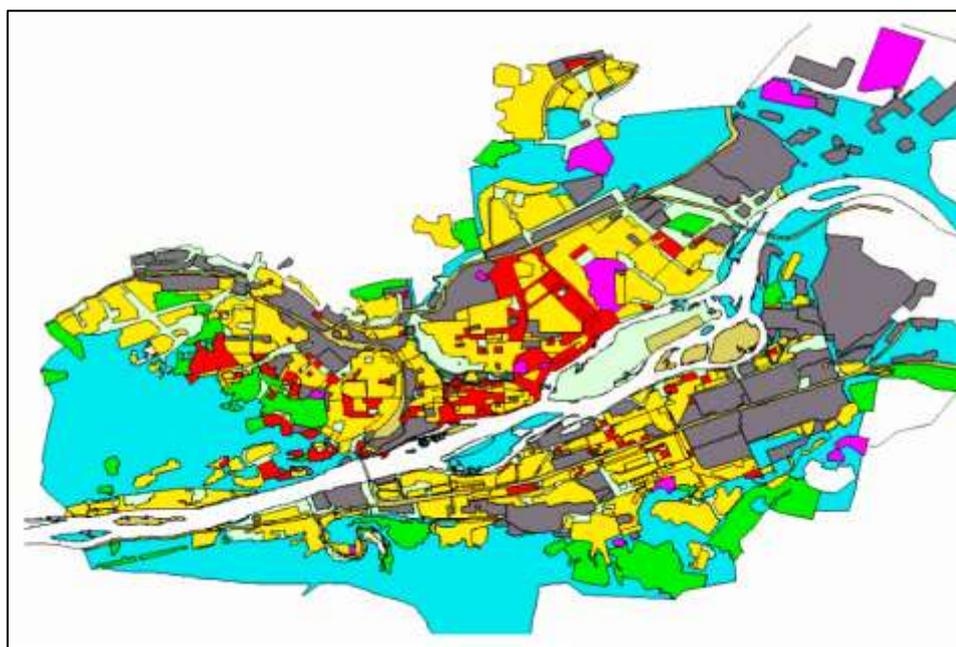


Рисунок 3 – Схема функционального зонирования г. Красноярск

Основные функциональные зоны распределены по территории города неравномерно (рис. 3) [23].

2.2.3 Отрасли специализации и промышленные предприятия

Красноярск – развитый центр промышленности. Ведущие отрасли – цветная металлургия, машиностроение и металлообработка, деревообработка и химическая промышленность.

В экономике города сложилась полиотраслевая структура, состоящая из 12 видов экономической деятельности. На территории города активно развиваются как традиционные секторы (энергетика, металлургия, машиностроение и др.), так и строительная индустрия, сфера образования, здравоохранения, индустрия сервиса, производство идей и технологий.

Крупными металлургическими предприятиями города являются: алюминиевый завод КрАЗ, предприятия по металлургической переработки КрАМЗ, Комбайновый завод, Красноярский завод цветных металлов им. Гулидова, АО «Германий».

Также в Красноярске построен один из самых крупных мусороперерабатывающих в России. Также в городе действует несколько мусоросортировочных комплексов.

В топливно-энергетический комплекс Красноярска входят четыре крупных теплоэлектростанции: ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, ТЭЦ-3, ТЭЦ-4 (рис. 4).

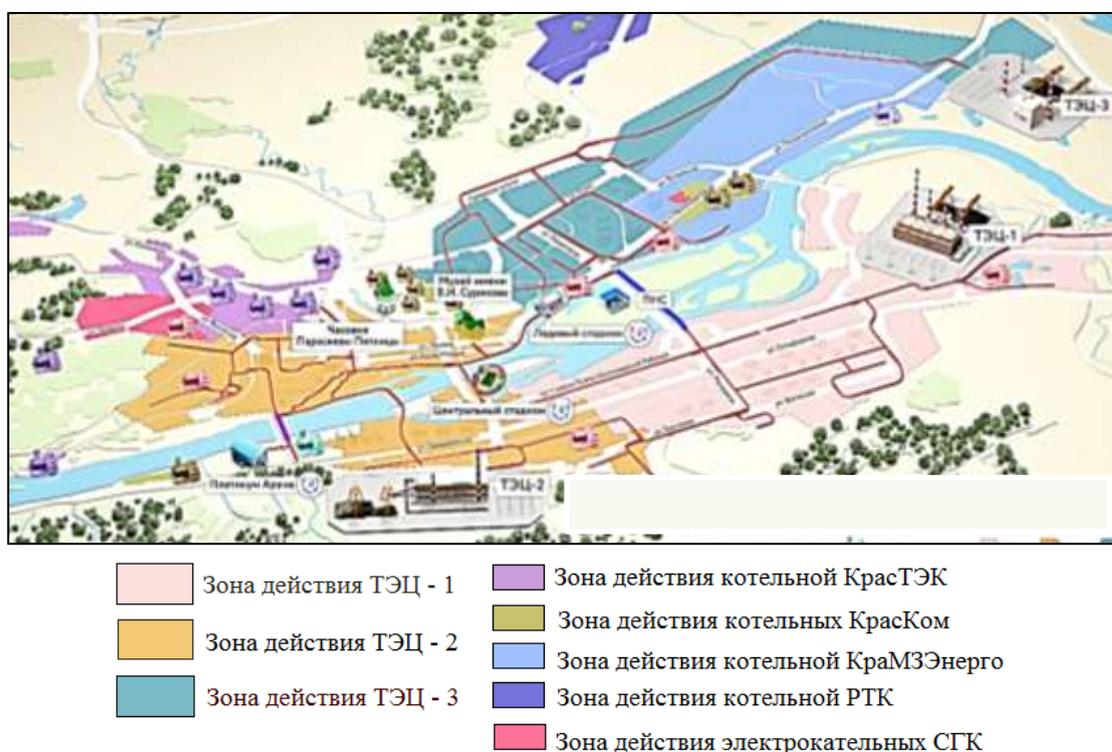


Рисунок 4 – Схема зон действий ТЭЦ и котельных на территории г. Красноярска [56]

Все зоны, кроме ТЭЦ – 3, находятся в правобережной части города (ТЭЦ – 4 – в Сосновоборске красноярской агломерации). ТЭЦ – 1 в юго – восточной части, отсюда поступает тепло в Кировский, Ленинский и Свердловский район, посёлок Берёзовку; ТЭЦ – 2 – Центральный, части Октябрьского и Железнодорожного районов; ТЭЦ–3 – Советский район. Кроме ТЭЦ, тепловую энергию также вырабатывают и районные котельные [56].

3 ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА

3.1 Качество атмосферного воздуха

С каждым годом наблюдается ухудшение экологии, которое влечет за собой губительные последствия в виде наступления глобального потепления, вымирания некоторых видов животных, смещение литосферных плит и прочих неприятностей. Одной из самых опасных и непредсказуемых проблем считается загрязнение Красноярска. Город занимает лидирующую позицию в рейтинге самых загрязненных регионов и даже назван городом со смертоносным воздухом [57].

Среди десятков тысяч городов Красноярск занимает первое место по уровню загрязнения воздуха. В результате взятия проб воздушных масс (из-за недавних лесных пожаров) были обнаружены большие концентрации формальдегида, которые превысили предельно допустимые нормы в несколько раз. По расчетам исследователей данный показатель превысил нормативы в 34 раза.

В городе часто наблюдается смог, нависающий над жителями населенного пункта. Благоприятными условия проживания считаются лишь тогда, когда на улице шквал или ураган, то есть присутствует сильный ветер, способный развеять вредоносные воздушные массы.

В загрязненных районах города отмечается увеличения различных заболеваний у населения. Среди наиболее распространенных болезней следует отметить нарушение работы нервной системы, развитие аллергических реакций, психические расстройства, проблемы с сердечно-сосудистой системой.

На территории Красноярска функционирует большое количество промышленных предприятий, которые в таком количестве выбрасывают различные химические отходы, что Красноярск накрывает смогом. Некоторые предприятия используют запрещенное оборудование, в результате которого в

воздух поступают такие опасные вещества, как диоксид серы, оксид углерода, сероводород, диоксид азота и оксид азота.

Управлением Роспотребнадзора по Красноярскому краю в рамках ведения социально-гигиенического мониторинга в территориях Красноярского края силами ИЛЦ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае» и его филиалов исполняется наблюдение качества атмосферного воздуха населенных пунктов

За период январь-сентябрь 2018 года в Красноярском крае осуществлено 11964 изучения атмосферного воздуха на установление концентраций веществ загрязняющих окружающую среду. Превышение гигиенических нормативов ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) веществ, загрязняющих в атмосферном воздухе сельских и городских поселений» отмечено в 2,4 % исследований по содержанию веществ загрязняющих, частиц взвешенных фракций PM_{2,5} и PM₁₀, гидроксibenзола, диоксида азота и серы, бенз(а)пирена, бензола, оксида углерода, меди (II) оксида (в пересчете на медь).

В г. Красноярске из 1640 исследований санитарно-химических показателей, которые были выполнены в январе-сентябре 2018 года, с превышением гигиенических показателей регистрировались взвешенные вещества, взвешенные частицы фракций PM₁₀ и PM_{2,5}, удельный вес которых составил 0,9 % исследований [8].

3.2 Состояние поверхностных и подземных вод

Сотни тысяч озер находится на территории края, большие реки пересекают его, а люди применяют их энергетический потенциал (Саяно-Шушенская, Красноярская, Усть-Хантайская, Курейская ГЭС). Но в бассейны данных же рек попадают недостаточно очищенные сточные воды из центров промышленности, где содержатся нефтепродукты, превышая в десятки раз ПДК (фиксируют 10–30 максимально возможных норм).

Проблема загрязнения поверхностных вод связана с работой предприятий, которые сбрасывают сточные воды в ближайшие водные объекты [8]

Индекс загрязненности вод (ИЗВ) определяется в Красноярском крае для 15 створов: р. Енисей – 4 створа, р. Ангара – 2 створа, р. Чулым – 2 створа, р. Кан – 3 створа, р. Кача – 2 створа, Красноярское водохранилище – 2 створа.

Расчет ИЗВ проводился по шести ингредиентам. Качество поверхностных вод большинства водных объектов города не отвечает установленным нормам.

Основная часть загрязнений поверхностных вод вызвана попаданием в водоемы нефти и нефтепродуктов, фенолов, соединений меди, цинка, железа, алюминия, мышьяка и других веществ. Такие загрязнения классифицируются как "грязные" или "очень грязные" [8].

Результаты лабораторных испытаний наблюдательной сети золоотвала Красноярской ТЭЦ-1 показали, что подземные воды имеют сильные химический состав данных загрязнений следующие: повышенное содержания алюминия достигает до 7,6 ПДК, магния в пределах от 1,24 до 1,91 ПДК (62,2-95,6 мг/дм³), фенолами 1,2-3,4 ПДК (0,0012-0,0034 мг/дм³), нефтепродуктами - 1,2 ПДК (0,12 мг/дм³), а также барием - от 1,86 до 3,71 ПДК (1,3-2,6 мг/дм³).

Также подземные воды не соответствуют установленным нормативам по содержанию марганца до 18 ПДК (1,8 мг/дм³).

В подземных водах Коркинского поста (скв. № 4) было отмечено превышение нормативных показателей по следующим элементам: по марганцу 63 ПДК (6,30 мг/дм³), по алюминию - 1,75 ПДК (0,35 мг/дм³), по магнию - 1,52 ПДК (75,8 мг/дм³), жесткости - 2,90 ПДК (20,3 ммоль/дм³), общей а-радиоактивности - 4,37 ПДК (0,874 Бк/дм³), минерализации - 1,3 ПДК (1297 мг/дм³), аммоний - 38 ПДК (2,07 мг/дм³), также некоторое повышение наблюдается в ПДК значении перманганатной окисляемости - до 1,79 ПДК. По железу наблюдается повышение до 26,4 ПДК (7,92 мг/дм³). Все изменения

химического состава подземных вод на Коркинском посту являются результатом техногенного загрязнения промышленной и селитебной зоны города Красноярска. В подземных водах Куваршинского режимного поста отмечается повышенные концентрации железа 87,67 ПДК (26,3 мг/дм³), алюминия - 46,3 ПДК (9,26 мг/дм³), лития - 3,5 ПДК (0,105 мг/дм³), бериллия - 4,35 ПДК (0,00087 мг/дм³), никеля - 1,15 ПДК (0,023 мг/дм³) свинца - 1,20 ПДК (0,012 мг/дм³), и магния - 1,12 ПДК (56,1 мг/дм³). Повышенная концентрация марганца составляет 0,33 мг/дм³) и находится в пределах фоновых превышений. По химическому составу воды гидрокарбонатные кальциево-магниевые, воды жесткие (9,5 ммоль/дм³), с относительно повышенной минерализацией (859,35 мг/дм³), нейтральные по величине рН (рН=7,0). В черте с. Сухобузимское (за пределами промышленной зоны) подземные воды по химическому составу гидрокарбонатные, смешанного катионного состава, с относительно повышенной минерализацией (772,06 мг/дм³), нейтральные (рН=7,0 ед.), средней жесткости (6,5 ммоль/дм³). В воде отмечено превышение ПДК по содержанию алюминия 23,7 ПДК (4,74 мг/дм³), бериллия 2 ПДК (0,0004 мг/дм³), лития 2,07 ПДК (0,062 мг/дм³) и высокое значение а-радиоактивности 3,9 ПДК (0,78 мг/дм³). Повышенные концентрации марганца отмечается в пределах 0,66 мг/дм³, железа (12,2 мг/дм³).

Таким образом, в изученном районе отмечаются превышенные фоновые значения, которые свидетельствуют о загрязнении подземных вод в районах воздействия техногенных объектов г. Красноярска, Минусинского района, полигона токсичных веществ ОАО «Электрокомплекс», селитебных территорий (с. Сухобузимское, п. Абалаково) [31].

3.3 Воздействие на почвенно-растительный покров

Почва способна длительное время накапливать и сохранять химические вещества техногенной природы, оказывая комплексное и комбинированное воздействие на человека.

В каждом районе города Красноярска наблюдается присутствие локализованных загрязнений мышьяком. Содержание данного металла в почве превышает нормальные показатели в 27–28 раз, содержания никеля – в 2–2,5 раза, свинцом – в 4-5 раз. Наименьшее количество данных металлов отмечается в почвах Ленинского района. Это можно объяснить тем, что в данном районе отсутствуют крупные промышленные предприятия [17].

4. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

4.1 Отбор и подготовка проб листьев тополя

Большие территории следует описывать по древесным растениям, при этом сбор необходимо проводить только тех растений, которые завершили свой рост (Захаров и др., 2001). Выборка производится с 10 растений (с каждого по 10 листьев), то есть всего исследовать необходимо 100 листьев. При выборе важное значение имеет вид растения, его возраст, условия произрастания.

Деревья опробуют, пробы формируют из одних частей (в нашем случае – листья). Сбор листьев с деревьев осуществляется вручную. На биохимическую пробу берется 100-200 г сырого вещества [32]. Сбор проводится в нижней части кроны на высоте 1,5-2 м от земли с одновозрастных взрослых деревьев без учета видовой специфичности, задействовались ветки разных направлений [13].

Для упаковки проб использовались специальные пакеты «Стерит», размером 150×250 мм. Упакованным пробам был присвоен номер, который указывается на пакете и регистрируется в журнале и на карте с построенным маршрутом. Так же указываются следующие данные: место (адрес, координаты) дата отбора проб и фамилия исследователя.

Надземная часть растений, ветви и листья в местах сильного загрязнения из атмосферы несут осевший из воздуха аэрозоль и аэросуспензии, содержащие тяжелые металлы. Количество пыли меняется в зависимости от времени года и дождей, смывающих частицы дыма и пыли. Поэтому, согласно методике [9], чтобы определить задержанные на поверхности листьев загрязняющие вещества, пробы не промываются, а высушиваются при комнатной температуре в закрытом с вентиляцией помещении.

Методика пробоподготовки проводится по следующим этапам:

- высушивание,
- измельчение,
- озоление пробы.

На рисунке 5 представлена схема проведения пробоподготовки.

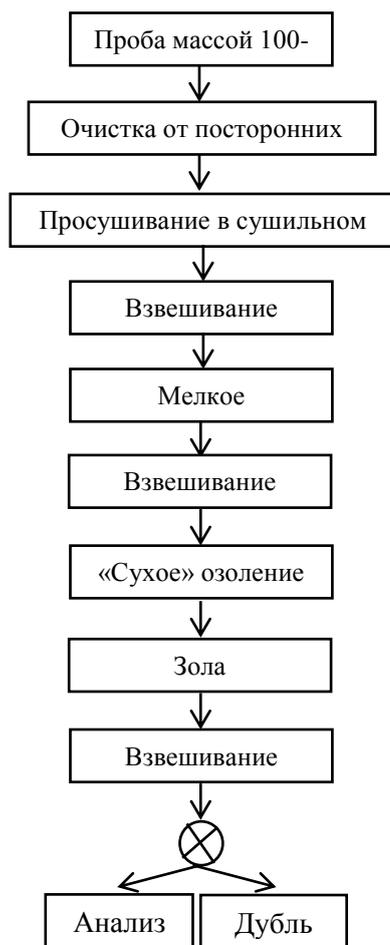


Рисунок 5 – Схема пробоподготовки [1].

Озоление проводится в лаборатории в электрических печах (Ковалевский 1967и др.), а также в металлических и фарфоровых тиглях. Прежде чем проводить данную процедуру следует убедиться, что тигли не загрязняют пробы [1]. Тигли помещаются в электрическую печь, для удаления влаги из навески. Аккуратно обугливают содержимое тигли до прекращения выделения дыма, при этом не допуская сильного задымления и/или воспламенения навески. Вторым этапом озоления является минерализация проб в электропечи, в которой температура повышается постепенно до 450 °С, повышение температуры происходит постепенно на 50 °С через каждые 30 мин. [41, 69].

Когда окрас золы перейдет от белого к коричневому (пепельно-серому), то процесс озоления считается завершенным. Далее золу растирают и направляют в на анализ лабораторию [1].

Отбор проб листвы на территории г. Красноярск проведен в августе 2014 и 2017 гг. по равномерной площадной сети с шагом опробования 2×2 км. Всего отобрано 56 проб.

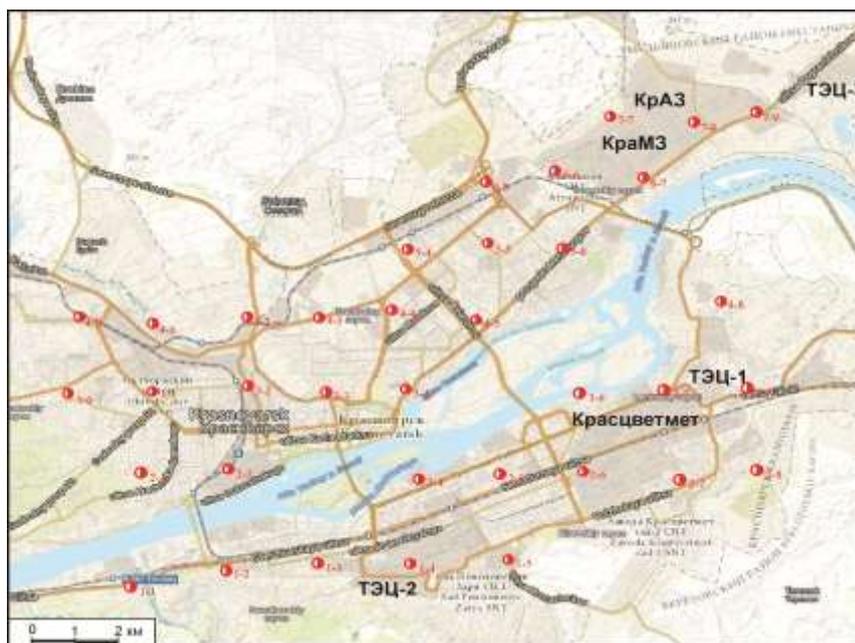


Рисунок 6 – Карта фактического отбора проб листьев тополя на территории г. Красноярск в 2014 году.



Рисунок 7 – Карта фактического отбора проб листьев тополя на территории г. Красноярск в 2017 году.

4.2.1 Инструментальный нейтронно-активационный анализ

Метод инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) берет свое начало в 1936 г., когда Хевиши и Леви, используя нейтроны Ra-Be источника, определяли редкоземельные элементы [34- 35]. ИНАА был применен для анализа группы редкоземельных элементов, урана, тория и скандия. Благодаря своим уникальным химическим свойствам эти элементы могут использоваться в поисковой геохимии и геохимических исследованиях, при изучении живого вещества, геоэкологии, других научных направлениях [26].

Метод ИНАА заключается в том, что при бомбардировке мощным потоком нейтронов стабильные изотопы элементов способны превращаться в радиоактивные, характеризующиеся излучением, специфическим по энергии и характеру. Энергия, с выделением которой распадаются радиоактивные изотопы, является постоянной величиной. Соответственно, если после облучения проба излучает γ -лучи, то это свидетельствует о том, что в ней имеется определенный элемент. С помощью многоканальных гамма-анализаторов осуществляется анализ различных составляющих γ -излучение, которые различаются по энергии [9].

Образцы обычно облучают потоками нейтронов, которые получают в атомных реакторах. Чаще всего используют медленные нейтроны, захватывающие ядра облучаемых атомов более эффективно. Для данного анализа используются навески в 100 мг. Данная навеска необходима для того, чтобы исключить эффект самоэкранирования и обеспечить радиационную безопасность. Предварительно пудру необходимо растереть до пудры. Предел обнаружения элементов находится в диапазоне от $n \cdot 1$ до $n \cdot 10^{-6}$ %. Пределы обнаружения элементов в материалах растительного и почвенного происхождения представлены в таблице 1.

ИНАА проводился на тепловых нейтронах. Метод отличается достаточно низкой трудоемкостью, возможностью автоматизации процессов анализа, высокой производительностью и многоэлементностью. С помощью метода ИНАА проводится аттестация стандартных образцов состава.

Таблица 1 – Пределы обнаружения элементов в материалах растительного и почвенного происхождения (мг/кг) [27]

Элемент	Растение	Почва	Элемент	Растение	Почва
Na	2	10	K	200	1500
Ca	700	4000	Sc	0,001	0,02
Cr	1	1	Fe	8	100
Co	0,02	0,3	Ni	2	30
Zn	0,4	6	Ga	2	10
As	0,2	0,8	Se	0,1	1
Br	0,3	0,8	Rb	0,4	6
Sr	5	60	Zr	5	80
Mo	4	10	Ag	0,2	2
Cd	3	8	Sn	10	20
Sb	0,02	0,2	Te	0,3	3
Cs	0,02	0,3	Ba	10	40
La	0,1	0,3	Ce	0,2	1
Nd	0,7	8	Sm	0,01	0,03
Eu	0,006	0,05	Tb	0,008	0,1
Yb	0,03	0,2	Lu	0,004	0,02
Hf	0,01	0,1	Ta	0,01	0,2
W	0,3	1	Re	0,08	0,2
Os	0,1	0,6	Ir	0,0006	0,004
Au	0,003	0,01	Hg	0,5	0,4
Th	0,01	0,1	U	0,2	2

*Экспериментальные условия: растительные и почвенные материалы облучались 4 ч в нейтронном потоке с плотностью $5 \cdot 10^{16} \text{ м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ и измерялись после 5 сут выдержки коаксиальным детектором 0,5 и 1,5 ч соответственно; после трех недель выдержки измерялись детектором well-type 2 и 1 ч соответственно. Масса образцов — 200 мг.

Данный метод имеет ряд преимуществ. Прежде всего, следует отметить, отсутствие химической подготовки пробы, за счет его исключается погрешность. Также данный метод позволяет проводить анализ маленьких по массе и объему проб. [38,46,47]. Также данный анализ занимает меньше времени, чем остальные. Среди недостатков данного метода следует отметить то, что для его проведения необходима близость к реактору и наличие специальных помещений для «остывания» проб и измерений. Широкое применение метода ограничено уникальностью и дороговизной аппаратуры (реактор, гамма-анализаторы, манипуляторы и др.) [15, 26].

Сравнение данных инструментального нейтронно-активационного анализа с аттестованными содержаниями элементов в стандартных образцах (табл. 2) показывает их совпадение в пределах стандартного отклонения практически для всех определяемых элементов. Это подтверждает высокую точность полученных результатов и правильность методики ИНАА.

Таблица 2. Результаты определения содержания элементов в стандартных образцах, $n \cdot 10^{-4} \%$

	La	Ce	Nd	Eu	Sm	Tb	Yb	Lu	Sc	U	Th
ЛБ-1	0,82±0, 09 ⁽¹⁾	1,5±0, 12	0,69± 0,06	0,026 ±0,00 5	0,132± 0,015	0,022 ±0,00 3	0,074 ±0,00 70,07	0,011±0, 001	0,3±0, 04	0,082± 0,012	0,22±0 ,03
	0,68±0, 08⁽²⁾	1,49± 0,05	1,67± 0,03	0,023 ±0,00 4	0,139± 0,019	0,020 ±0,00 4	4±0,0 04	0,010±0, 001	0,24± 0,02	0,080± 0,026	0,19±0 ,02

Примечание: ⁽¹⁾ – паспортные данные; ⁽²⁾ – результаты ИНАА.

Сравнение данных инструментального нейтронно-активационного анализа с аттестованными содержаниями элементов в стандартных образцах показывает их совпадение в пределах стандартного отклонения практически для всех определяемых элементов. Это подтверждает высокую точность полученных результатов и правильность методики ИНАА.

Таким образом, метод ИНАА, разработанный для одновременного определения восьми редкоземельных элементов, скандия, урана и тория относительно прост и точен при минимальных трудозатратах. Методика может быть эффективно использована для массового анализа большого числа образцов, встречающихся в разведке руд, геохимических исследованиях, геоэкологии и других областях деятельности человека [26].

4.2.2 Электронно-микроскопические исследования

Электронный микроскоп - это прибор, способный увеличивать изображение до 10^6 раз.

Электронная микроскопия разделяется на следующие группы: просвечивающая, просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения и растровая.

Данный метод проводится следующим образом - образец помещается в вакуумную камеру растрового или просвечивающего микроскопа и облучается пучком электронов высокой энергии. При этом объем зоны взаимодействия

зависит от ускоряющего напряжения и от плотности материала образца. Рентгеновское излучение появляется в результате эмиссии характеристического излучения и эмиссии фонового излучения [25].

Минеральный состав пробы листвы тополя изучался аналитиками (Ильенок С. С., Дорохова Л. А.) в учебно-научной лаборатории электронно-оптической диагностики Международного инновационного образовательного центра «Урановая геология» Томского политехнического университета с применением растрового электронного микроскопа Hitachi S-3400N с приставкой Bruker XFlash 5010 с разрешением 129 еВ (рис. 5).

Микроскоп Hitachi S-3400N используется для проведения микроструктурных исследований различных материалов [51]. Разрешающая способность при пользовании детектором вторичных электронов: 3,0 нм (ускоряющее напряжение 30 кВ, при высокой степени разрежения); 10 нм (ускоряющее напряжение 3 кВ, при высокой степени разрежения). Разрешающая способность при пользовании детектором обратно рассеянных электронов: 4,0 нм (ускоряющее напряжение 30 кВ, при низкой степени разрежения). Данный микроскоп имеет степень увеличения в диапазоне от 5 до 300 000 крат [39, 46].



Рисунок 8 – Электронный микроскоп Hitachi S-3400N

Разрешающая способность при пользовании детектором обратно рассеянных электронов: 4,0 нм (ускоряющее напряжение 30 кВ, при низкой степени разрежения). Данный микроскоп имеет степень увеличения в

диапазоне от 5 до 300 000 крат [55]. Энергодисперсионная приставка Bruker XFlash 4010 имеет энергетическое разрешение 125 эВ при более чем 100 000 отсчетов в секунду, что делает его самым доступным детектором рентгеновской спектроскопии и микроанализа. XFlash 4010 также позволяет проводить спектроскопию в реальном времени для мгновенного предварительного просмотра элементов и обеспечивает точный анализ элемента света [18]. Благодаря охлаждаемому элементу, установка не требует жидкого азота для охлаждения и готова к использованию сразу после включения. И поскольку у него нет движущихся частей, то также и не требует внешнего охлаждения. Работает без вибраций, избегая любых искажений при съемке изображений на электронном микроскопе. Диапазон обнаружения охватывает элементы от бериллия до америция. Пробоподготовка перед началом съемки происходит следующим образом: при помощи скальпеля вырезается небольшой участок высушенного листа тополя (5 на 5 мм) и прикрепляется двусторонним скотчем на специальную пластину – штабик, которая отправлена в камеру микроскопа. Проба обрабатывалась в высоком вакууме [55, 59].

4.2.3 Методика обработки аналитической информации

Обобщение результатов аналитических исследований и их дальнейшая обработка осуществлялась на персональном компьютере с использованием программного обеспечения: Microsoft OfficeExcel 2007, Microsoft OfficeWord 2007, Origin 9 и STATISTICA 10.

Построение и оформление карт - схем территориального распределения элементов в г. Красноярск осуществлялось с помощью программного обеспечения SURFER 10 и COREL DRAW 16.

5 ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОЯРСКА ПО ДАННЫМ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ЗОЛЫ ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ

5.1 Общая биогеохимическая характеристика территории

На первом этапе работы был произведен расчет числовых характеристик распределения химических элементов в золе листьев исследуемых территорий, такие как среднее арифметическое, среднее геометрическое, минимальное и максимальное значения, медиана, мода, стандартное отклонение.

В результате полученных данных, был рассчитан коэффициент вариации (V) по формуле 1, показывающий, какую долю среднего значения случайной величины составляет её средний разброс.

$$V = (S/X_{\text{ср}}) * 100\% \quad (1).$$

где S – стандартное отклонение;

X_{ср} – среднее значения выборки .

Полученные результаты для исследуемой территории представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Числовые характеристики распределения химических элементов в золе листьев тополя г. Красноярск

Элемент	X	X геом.	M	Min	Max	S	V
Na	0,11	0,09	0,11	0,02	0,36	0,07	60
Ca	15,5	15,07	16,5	7,39	20,7	3,58	23
Sc	0,77	0,65	0,64	0,14	2,52	0,48	62
Cr	2,53	0,9	0,35	0,14	16,9	4,05	160
Fe	0,39	0,31	0,38	0,02	1,04	0,20	52
Co	9,96	9,05	9,32	4,19	27,0	4,69	47
Zn	929	692	775	116	4110	779	84
As	1,67	1,33	1,75	0,20	3,78	0,91	55
Br	20,4	15,22	15,2	2,46	111	20,2	99

Rb	19,9	16,39	19,8	1,00	36,1	9,17	46
Sr	1338	1270	1262	669	2721	459	34
Ag	0,28	0,21	0,15	0,05	1,48	0,29	10 4
Sb	0,80	0,69	0,74	0,11	1,79	0,39	49
Cs	0,27	-	0,23	-0,01	1,28	0,25	94
Ba	194	187	191	62,6	368	52,0	27
La	2,23	2,04	1,84	0,94	5,76	1,03	46
Ce	5,70	5,08	5,08	1,87	12,8	2,81	49
Nd	1,67	1,21	1,54	0,09	5,00	1,24	74
Sm	0,77	-	0,67	-0,01	2,49	0,58	75
Eu	0,07	0,05	0,06	0,01	0,31	0,05	83
Tb	0,04	0,02	0,02	0,00	0,14	0,03	89
Yb	0,21	0,13	0,16	0,01	0,86	0,19	92
Lu	0,03	0,02	0,03	0,00	0,09	0,02	65
Hf	0,33	0,27	0,27	0,00	0,96	0,20	61
Ta	0,04	0,03	0,04	0,00	0,15	0,04	90
Au	0,01	0,004	0,00	0,00	0,11	0,02	20 0
Th	0,47	0,33	0,42	0,00	1,56	0,31	67
U	0,57	0,37	0,63	0,05	1,37	0,39	68

* Примечание: X – среднее арифметическое, X геом – среднее геометрическое, M – медиана, S – стандартное отклонение, V – коэффициент вариации

Коэффициент вариации – это показатель, который показывает величину рассеивания содержаний элементов в исследуемой выборке по сравнению со средним значением [5]. Анализируя полученные статистические данные можно

сделать некоторые выводы относительно того соответствуют ли рассматриваемые выборки закону нормального распределения.

Согласно полученным коэффициентам вариации из всех выборок по г. Красноярску, однородному распределению (коэффициент вариации $\leq 39\%$) соответствуют выборки по таким элементам как: Ca, Ba, Sr. Об их однородности свидетельствуют и близкие значения средних значений и медиан. Неоднородными (коэффициент вариации от 40 до 79%) является большая часть выборок по таким элементам как: Sm, Ce, Lu, U, Th, Hf, Nd, As, Sc, Rb, Fe, Co, Na, La, Sb.

Оставшиеся выборки, согласно величине коэффициента вариации, характеризуются сильно неоднородным распределением (коэффициент вариации от 80 до 200 %): Cr, Yb, Au, Ag, Br, Cs, Tb, Zn, Ta, Eu.

На основании полученных статистических данных были рассчитаны коэффициенты концентраций и построен геохимический ряд. Коэффициенты концентрации получены для выборки проб города (табл.4).

Таблица 4 – Геохимический ряд химических элементов в золе листьев тополя на территории г. Красноярск

Геохимический ряд территории г. Красноярск													
<u>Ta</u> 2,5	<u>As</u> 2,1	<u>U</u> 1,9	<u>Sb</u> 1,6	<u>Fe</u> 1,6	<u>Hf</u> 1,4	<u>Sr</u> 1,4	<u>Sc</u> 1,2	<u>Ce</u> 1,2	<u>Sm</u> 1,2	<u>Nd</u> 1,2	<u>Yb</u> 1,1	<u>Lu</u> 1,1	<u>Ca</u> 1,1
<u>Au</u> 1,1	<u>Th</u> 1,1	<u>Co</u> 1,0	<u>Na</u> 1,0	<u>Ag</u> 1,0	<u>Ba</u> 1,0	<u>Eu</u> 1,0	<u>Cs</u> 0,9	<u>La</u> 0,8	<u>Tb</u> 0,7	<u>Zn</u> 0,7	<u>Rb</u> 0,6	<u>Br</u> 0,6	<u>Cr</u> 0,5

Для проверки принадлежности распределения данных элементов к нормальному закону распределения, использовались три теста: отношение показателей асимметрии и эксцесс к их стандартным ошибкам, тест Колмогорова – Смирнова и Хи квадрат [44]. Результаты тестов представлены в таблице 5.

Степень значимости отличия распределения от соответствующего нормального закона качественно определяется по уровню значимости (Боровиков, 2003):

- не значимые ($p \geq 0,100$),
- слабо значимые ($0,100 > p \geq 0,050$),

- статистически значимые ($0,050 > p \geq 0,005$),
- сильно значимые ($0,005 > p \geq 0,0005$),
- высоко значимые ($0,0005 > p$).

В качестве критерия соответствия эмпирического распределения нормальному теоретическому используют отношения показателей асимметрии A и эксцесса E к их стандартным ошибкам соответственно. Получаем $A(t1)$, $E(t2)$ – отношения, по абсолютной величине которые не должны превышать 3 [15].

Таблица 5 – Проверка гипотезы о законе распределения содержаний химических элементов в пробах золы листьев г. Красноярск

Элемент	A(t1)	E(t2)	Калмагоров-Смирнов	Хи-квадрат	соответствует нормальному распределению
Na	4,05	5,02	да	да	да
Ca	-0,97	-0,98	да	нет	да
Sc	1,24	0,01	да	да	да
Cr	5,76	6,23	нет	нет	нет
Fe	2,28	2,60	да	да	да
Co	3,95	4,47	да	да	да
Zn	5,84	9,01	да	да	да
As	0,17	-0,74	да	да	да
Br	8,10	15,25	да	нет	нет
Rb	-0,47	-0,68	да	да	да
Sr	3,18	2,46	да	да	да
Ag	6,73	10,04	нет	нет	нет
Sb	1,24	0,01	да	да	да
Cs	6,75	10,86	да	нет	нет
Ba	1,79	3,91	да	да	да
La	3,82	3,51	да	да	да
Ce	2,11	-0,11	да	да	да
Nd	2,33	0,36	да	да	да
Sm	2,61	1,32	да	-	да
Eu	6,61	13,93	да	нет	нет
Tb	3,72	2,83	да	да	да
Yb	4,22	3,84	да	да	да
Lu	2,91	1,80	да	да	да
Hf	3,25	2,05	да	нет	нет
Ta	2,91	1,23	да	да	да
Au	10,50	24,71	нет	нет	нет
Th	3,63	3,84	да	нет	нет
U	-0,10	-1,61	да	да	да

* Примечание **2,61** – величина не превышающая 3.

Химические элементы в почве имеют нормальное распределение при условии, что 2 критерия соответствуют какому-либо условию.

Исходя из результатов проведенных тестов, гипотезы о нормальном распределении не соответствуют нормальному распределению химических элементов 9 из 28 выборок. К нормальному закону распределения не относятся выборки по таким элементам как: Th, Cr, Au, Hf, Ag, Br, Cs, Sc, Eu.

Сравнительный анализ взаимосвязи между химическими элементами в пробах золы листьев тополя производили при помощи рангового коэффициента корреляции Спирмена R, который характеризует связь для распределений, существенно отличающихся от нормальных. Далее на основе полученных корреляционных матриц, методом искусственного повышения 47 критического значения были выявлены наиболее существенные связи, которые визуализированы в виде графов-ассоциаций, представленных на рисунке 9.

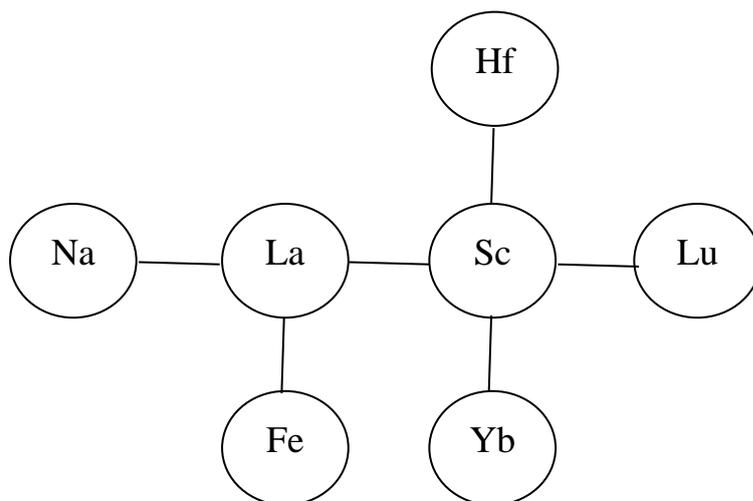


Рисунок 9 – Граф-ассоциаций химических элементов в золе листьев тополя г. Красноярск ($r \geq 0,8$)

Для того чтобы осуществить анализ взаимосвязей химических элементов в золе листьев тополя исследуемой территории воспользовались иерархическим кластерным анализом. Для этого на первом этапе произвели стандартизацию исходных данных, для того чтобы привести их к одному уровню:

$$C_T = (X_i - X_{cp})/S \quad (2);$$

где X_i – i -ое значение выборки;

$X_{ср}$ – среднее арифметическое значение выборки;

S – стандартное отклонение.

Далее методом Варда была построена дендрограмма корреляционной матрицы геохимического спектра элементов в золе листьев тополя представленная на рисунке 10. Красной линией отмечен критический уровень.

Из дендрограммы видно, что сильные корреляционные связи характерны для двух ассоциаций элементов: Na-La-Fe-As-Eu-Th и Yb-Sc-Hf-Lu.

Также анализирую дендрограмму, можно у отметить, что такие элементы как Ta, Zn, Rb, Ca, U, Sm не имеют значимых связей ни с одним из элементов выборки.

Из таблицы 6 следует, что фактор 1 оказывает влияние на дисперсию таких элементов как: Na, Sc, Fe, La, Eu, Yb, Lu Hf, Th.

Таблица 6 – Значения вращаемых факторных нагрузок в выбранной 4-х факторной модели

Переменная	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Переменная	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4
Na	0,72	-0,07	0,08	0,32	La	0,91	0,07	-0,05	0,26
Ca	-0,11	0,06	-0,45	0,43	Ce	0,64	0,34	-0,18	0,20
Sc	0,96	0,13	0,05	-0,02	Nd	0,64	-0,31	-0,02	-0,05
Cr	0,58	0,37	0,08	-0,15	Sm	0,35	-0,02	0,20	-0,40
Fe	0,80	-0,08	-0,07	0,37	Eu	0,70	-0,33	-0,35	0,20
Co	0,60	0,14	-0,47	-0,15	Tb	0,49	-0,23	-0,24	0,35
Zn	-0,01	-0,00	0,80	0,04	Yb	0,88	0,05	0,09	-0,10
As	0,52	-0,06	0,02	0,43	Lu	0,88	0,14	0,07	-0,18
Br	0,67	0,38	-0,03	0,10	Hf	0,91	0,17	0,00	-0,06
Rb	0,10	0,04	-0,53	-0,02	Ta	0,29	0,03	0,40	0,02
Sr	-0,02	-0,37	0,43	0,47	Au	0,15	0,38	0,15	0,56
Ag	0,03	-0,06	0,09	0,61	Th	0,81	-0,01	-0,10	-0,02
Sb	0,27	0,38	0,19	0,26	U	0,21	0,35	-0,18	0,31
Cs	0,31	0,77	0,04	0,00	Общ. Дис	9,42	2,36	2,13	2,22

Факторный анализ методом главных компонентов позволяет определить влияние различных факторов на структуру взаимосвязей между элементами. Целями факторного анализа являются сокращение числа рассматриваемых микроэлементов и определение структуры взаимосвязей между микроэлементами, т.е. классификация микроэлементов [15].

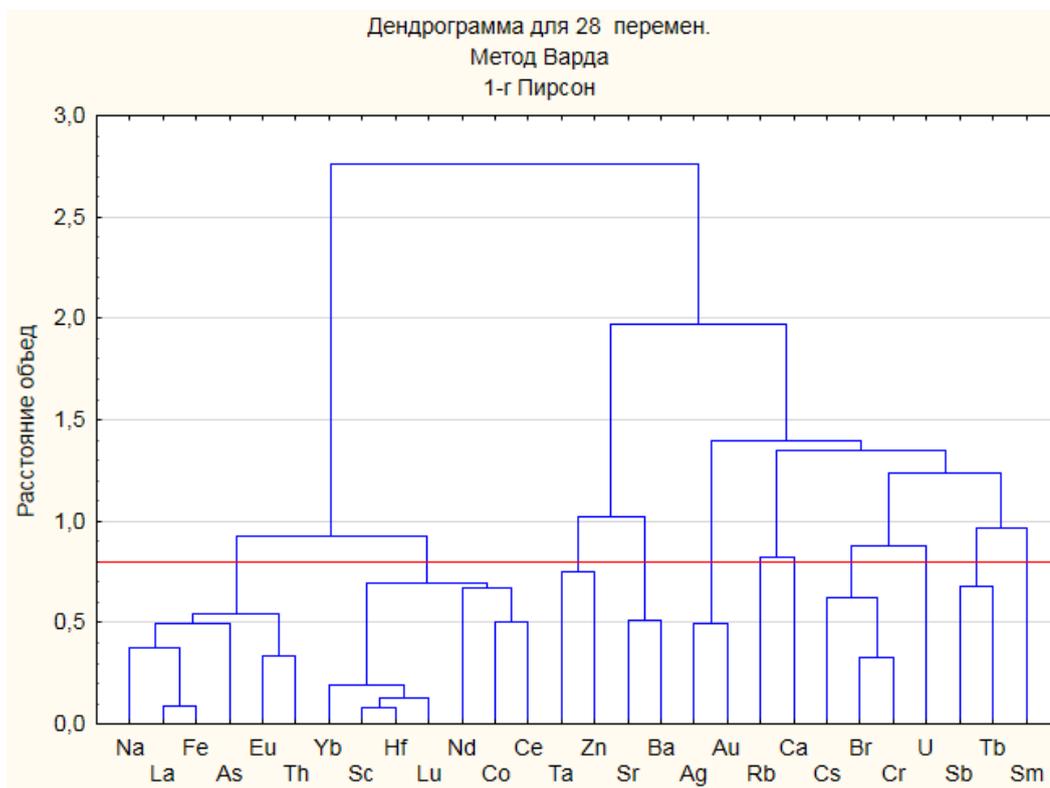


Рисунок 10 – Дендрограмма корреляционной матрицы геохимического спектра элементов в золе листьев тополя на территории г. Красноярск.

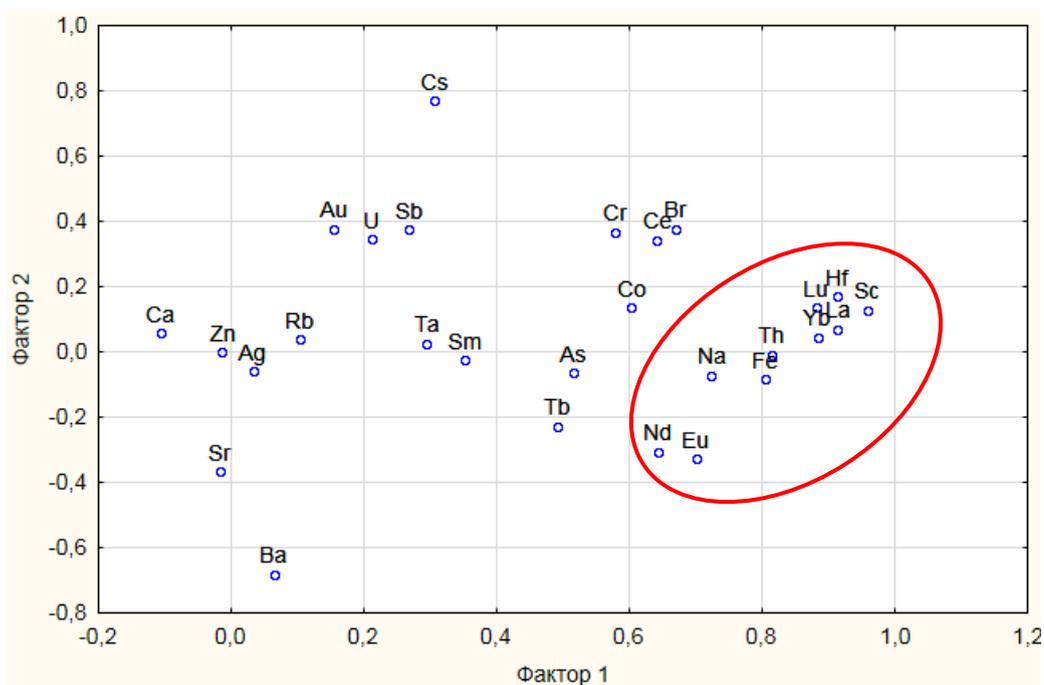


Рисунок 11 – Факторные нагрузки (ось X – первый фактор, ось Y – второй фактор) на общую дисперсию геохимического спектра элементов в золе листьев тополя г. Красноярск.

Нагрузка по первому фактору, наиболее весомому, вероятнее всего обусловлена влиянием техногенных факторов среды, в первую очередь промышленные зоны территории города. Характеризуется положительной корреляционной связью.

Второй фактор, менее весомый, характеризуется C_s , с положительной корреляционной связью.

Третий фактор, отвечающий за накопление Zn , обусловлен биогеохимической спецификой объекта исследования – данный элемент хорошо накапливается листьями тополя. Характеризуется положительной корреляционной связью.

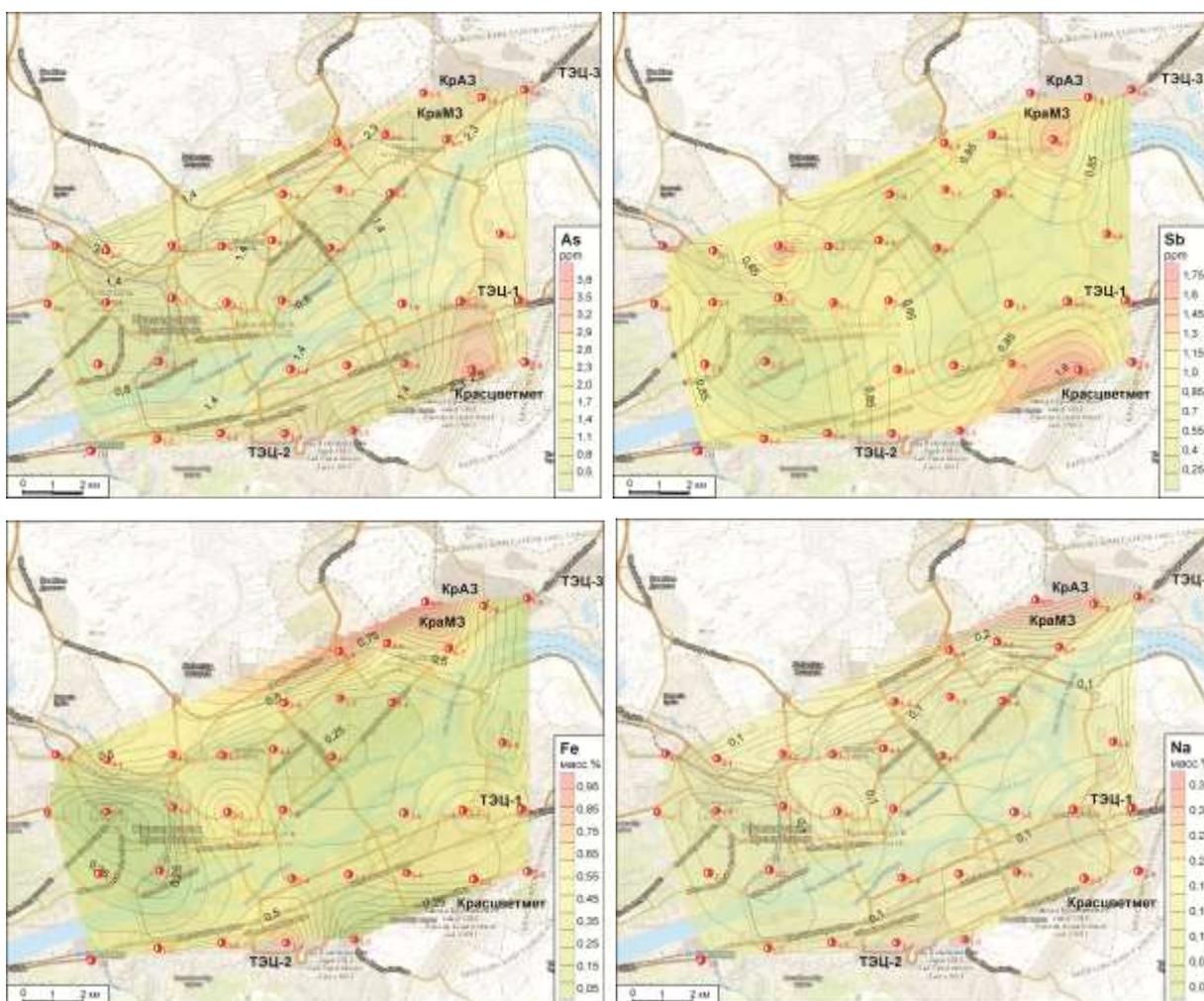


Рисунок 12 – Ореолы As, Sb, Fe, Na на территории г. Красноярск по данным опробования листьев тополя

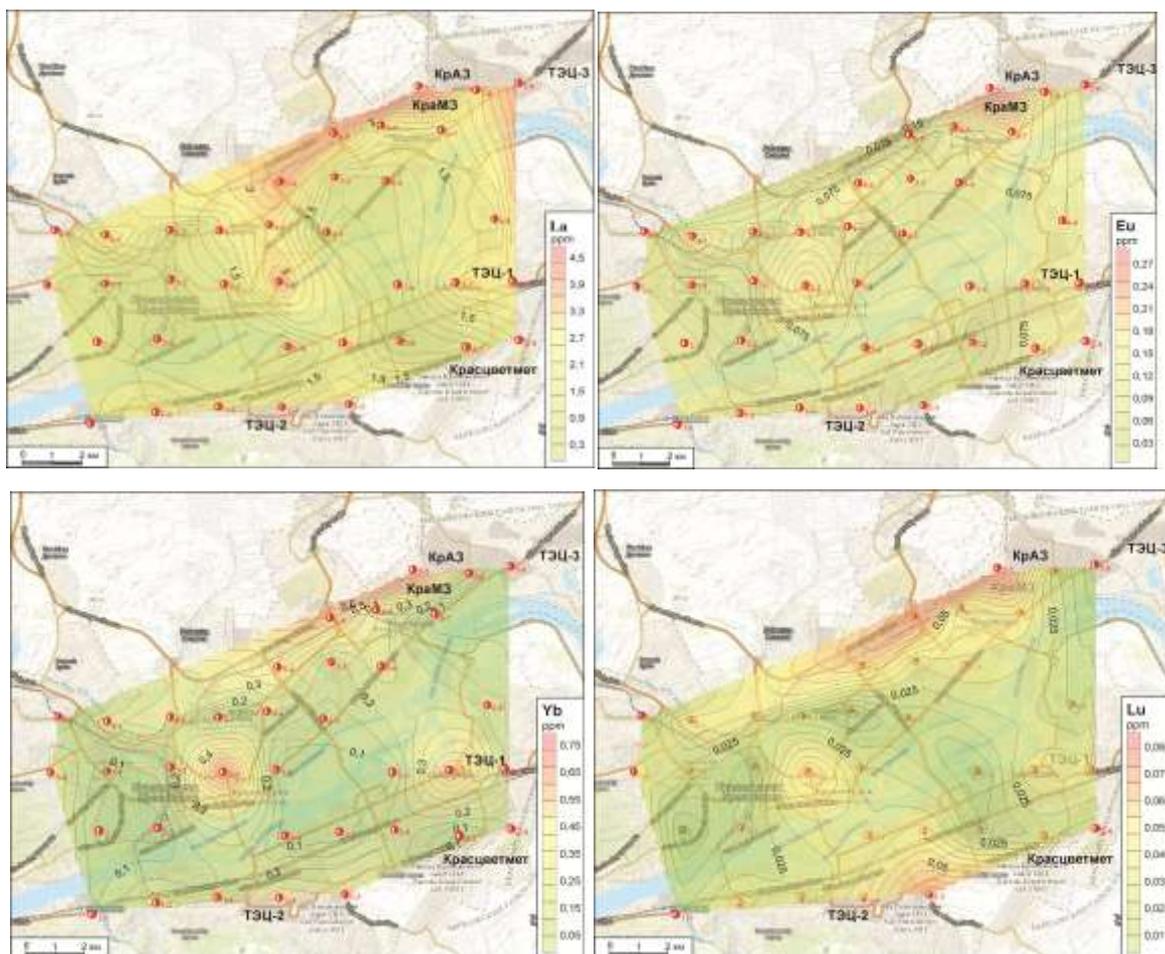


Рисунок 13 – Ореолы La, Eu, Yb, Lu на территории г. Красноярск по данным опробования листьев тополя

Присутствие биогеохимического ореола натрия в северо-западной части города можно объяснить деятельностью алюминиевого завода (КраАЗ). Натрий входит в состав криолита, который используется в больших объемах при электролитическом получении алюминия.

Ореолы мышьяка и сурьмы – приурочены к промышленной зоне Красноярского завода цветных металлов (Красцветмет).

Ореолы редкоземельных элементов (La, Eu, Yb, Lu) – охватывает Советский район с крупной промышленной зоной заводов КраМЗ, КраАЗ и др.

5.2 Результат растровой электронной микроскопии

При изучении поверхности проб листьев методом растровой электронной микроскопии на исследуемой территории было выявлено, что

присутствуют свинец содержащие частицы, а так же фторсодержащие микрочастицы (рис. 14-15).

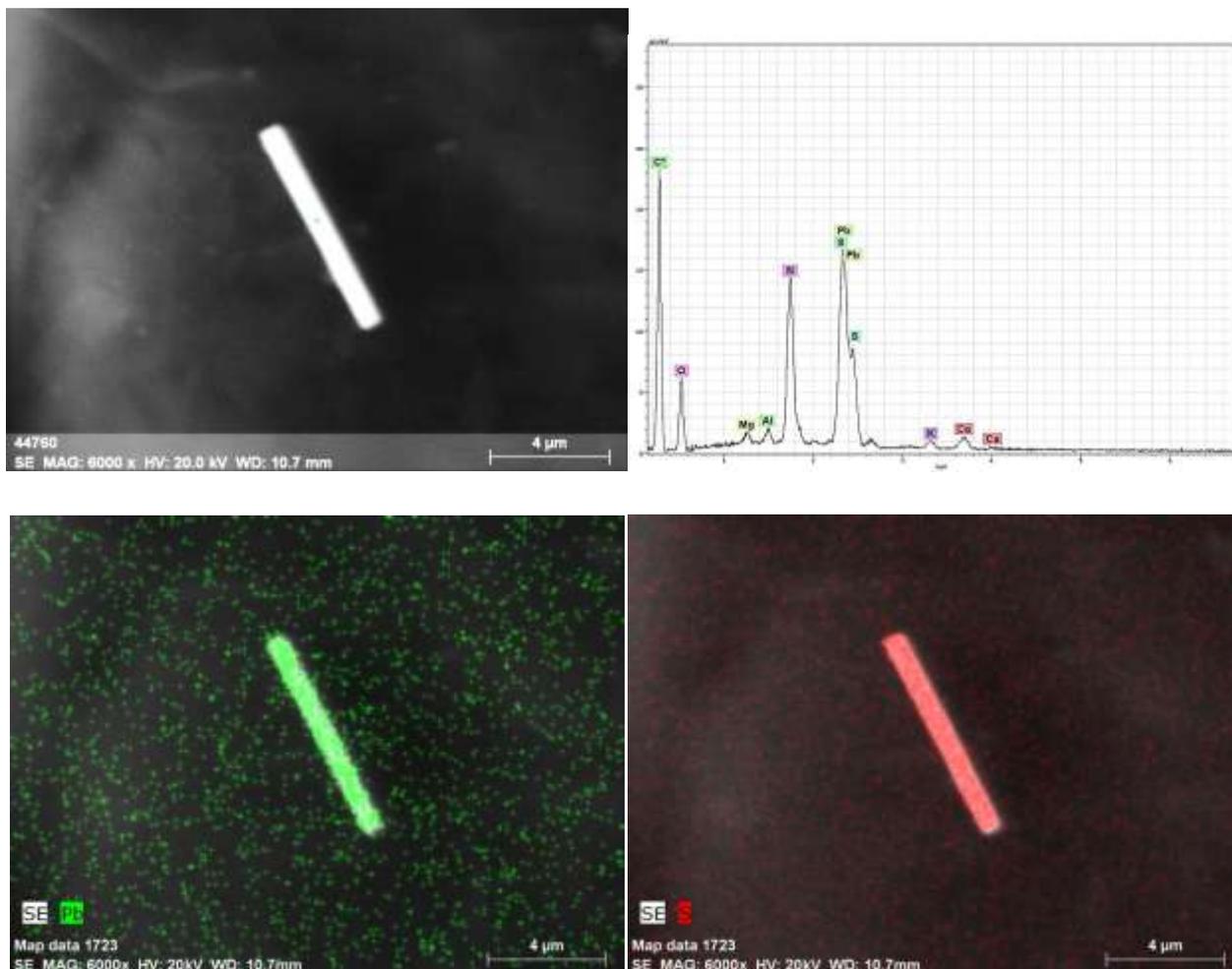
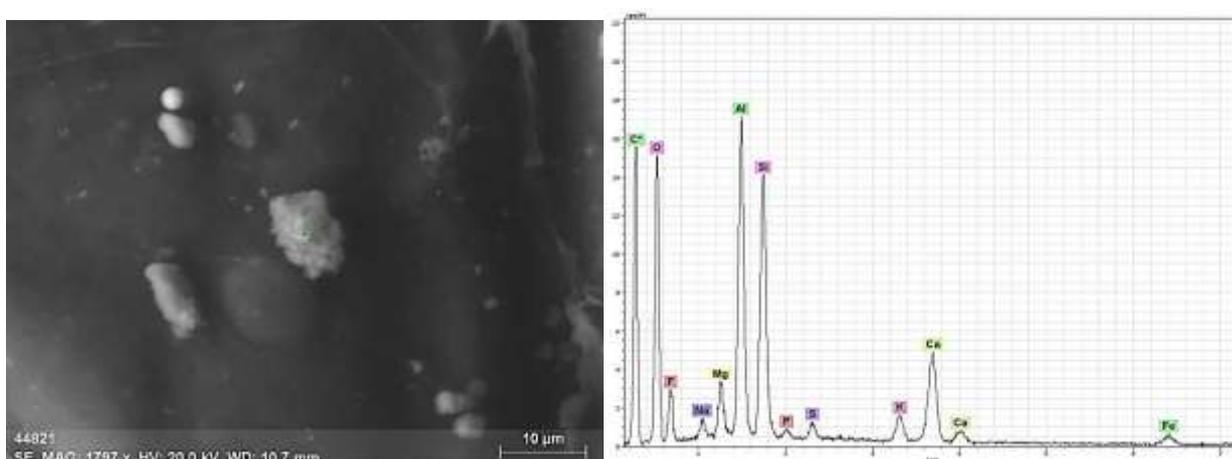


Рисунок 14 – Частица сульфида свинца на поверхности листа тополя (проба 7/7) и ее энерго-дисперсионный спектр



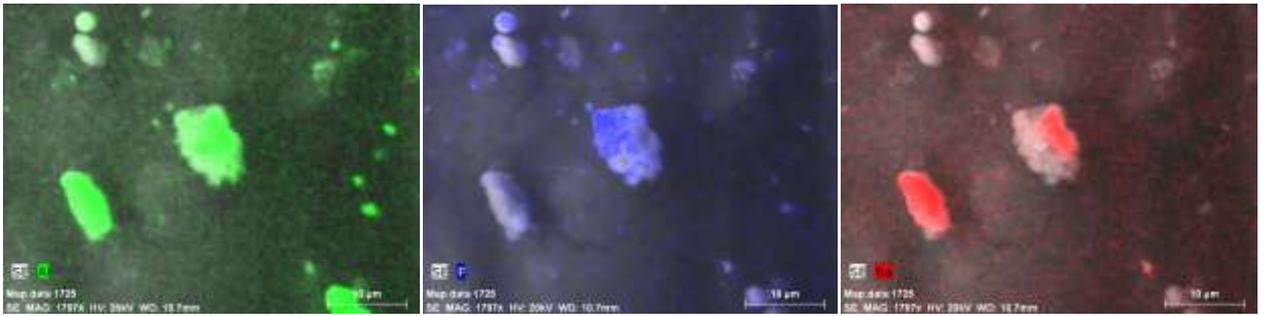


Рисунок 15 – Фторсодержащие микрочастицы (проба 7/8) и ее энерго-дисперсионный спектр.

Алюмосиликатные микросферулы имеют техногенное происхождение и образуются при высоких температурах, в частности при расплаве силикатного минерального материала углей, который при плавлении в газовом потоке дробиться на мельчайшие капли, которые в свою очередь при нагреве раздуваются. А если брать во внимание, что данная фаза обнаружена в пробе 7/7 и 7/8, которые находится в зоне влияния ТЭЦ-3, это еще раз косвенно подтверждает, что вероятным источником поступления ряда элементов города служит ТЭЦ-3 и ее золоотвал [44].

Основным источником поступления свинца в атмосферу является металлургия, в частности производство цветных металлов. Нахождение на поверхности листьев тополя свинца и серы можно объяснить тем, вблизи места отбора пробы (проба 7/7) располагается Красноярский металлургический завод, который выпускает, в том числе, свинцовый металлопрокат (листы, уголки), свинцовые пломбы и другую свинцовую продукцию.

5.3 Интегральная оценка содержания элементов в золе листьев тополя

Для интегральной оценки концентраций химических элементов в листьях тополя был использован аддитивный подход.

На первом этапе для каждой точки были рассчитаны коэффициенты концентрации относительно медиан химических элементов в золе листьев тополя урбанизированных территорий и медиан содержания элементов в золе

листьев тополя г. Красноярка по каждому из элементов. Далее для каждой из точек коэффициенты концентрации >1 складывались и делились на количество элементов [2,24]. Результаты расчета представлены в таблице 7, 8.

Таблица 7 – Значения аддитивных показателей элементов в листьях тополя, г. Красноярск

№ пробы	Adi	№ пробы	Adi	№ пробы	Adi
Крас-1/1	1,53	Крас-3/0	1,85	Крас-4/5	2,09
Крас-1/2	1,92	Крас-3/1	1,96	Крас-4/8	2,14
Крас-1/3	1,85	Крас-3/2	1,90	Крас-5/4	2,36
Крас-1/3к	1,65	Крас-3/3	3,01	Крас-5/5	1,62
Крас-1/4	4,11	Крас-3/4	2,23	Крас-5/6	1,62
Крас-1/5	2,81	Крас-3/6	2,35	Крас-6/5	3,41
Крас-2/1	1,90	Крас-3/7	3,25	Крас-6/6	1,77
Крас-2/2	2,03	Крас-3/8	2,97	Крас-6/7	2,21
Крас-2/4	1,54	Крас-4/0	1,61	Крас-7/7	3,82
Крас-2/5	1,77	Крас-4/1	2,11	Крас-7/8	1,71
Крас-2/6	2,10	Крас-4/2	2,08	Крас-7/9	1,66
Крас-2/7	1,77	Крас-4/3	2,30		
Крас-2/8	2,04	Крас-4/4	2,04		

Пространственное распределение рассчитанных аддитивных показателей элементов в листьях тополя представлено на рисунке 16 (коэффициенты концентрации относительно медиан химических элементов в золе листьев тополя урбанизированных территорий) и 17 (коэффициенты концентрации относительно медиан содержания элементов в золе листьев тополя г. Красноярка)

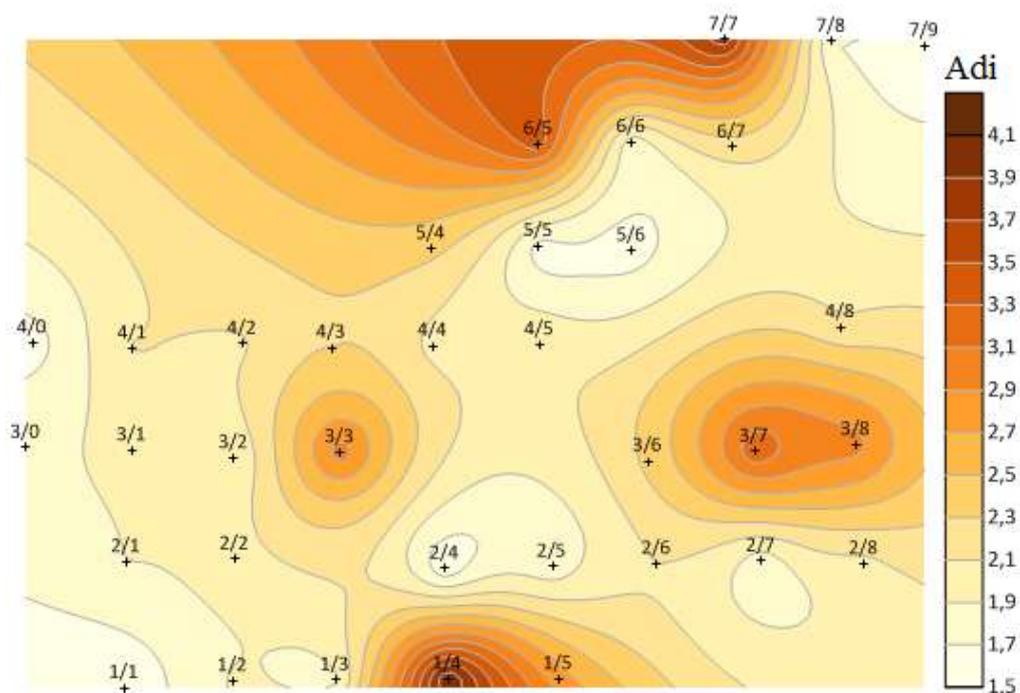


Рисунок 16 – Пространственное распределение аддитивных показателей на территории г. Красноярск (коэффициенты концентрации относительно медиан химических элементов в золе листьев тополя урбанизированных территорий)

На территории города Красноярск выявлено три участка в пределах которых наблюдается максимальный уровень аддитивного показателя. Первый участок располагается в северо-западной части города и приурочен к промышленной зоне алюминиевого завода (КрАЗ) и металлургического завода (КрамЗ). К тому же, в этой части города наблюдается максимальные значение концентраций рассматриваемых элементов. Второй и третий (западная и северная части) участки находятся в зоне влияние ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2 соответственно.

Таблица 8 – Значения аддитивных показателей элементов в листьях тополя, г. Красноярск

№ пробы	Adi	№ пробы	Adi	№ пробы	Adi
Крас-1/1	1,54	Крас-3/0	1,52	Крас-4/5	2,30
Крас-1/2	1,43	Крас-3/1	1,31	Крас-4/8	1,60
Крас-1/3	1,38	Крас-3/2	1,56	Крас-5/4	2,17

Крас-1/3к	1,33	Крас-3/3	2,44	Крас-5/5	3,17
Крас-1/4	4,40	Крас-3/4	1,92	Крас-5/6	1,34
Крас-1/5	3,93	Крас-3/6	2,05	Крас-6/5	2,25
Крас-2/1	2,05	Крас-3/7	2,73	Крас-6/6	1,87
Крас-2/2	2,28	Крас-3/8	2,46	Крас-6/7	1,64
Крас-2/4	1,64	Крас-4/0	3,92	Крас-7/7	4,73
Крас-2/5	1,47	Крас-4/1	1,48	Крас-7/8	1,61
Крас-2/6	1,90	Крас-4/2	2,35	Крас-7/9	1,53
Крас-2/7	1,82	Крас-4/3	1,51		
Крас-2/8	1,52	Крас-4/4	1,23		

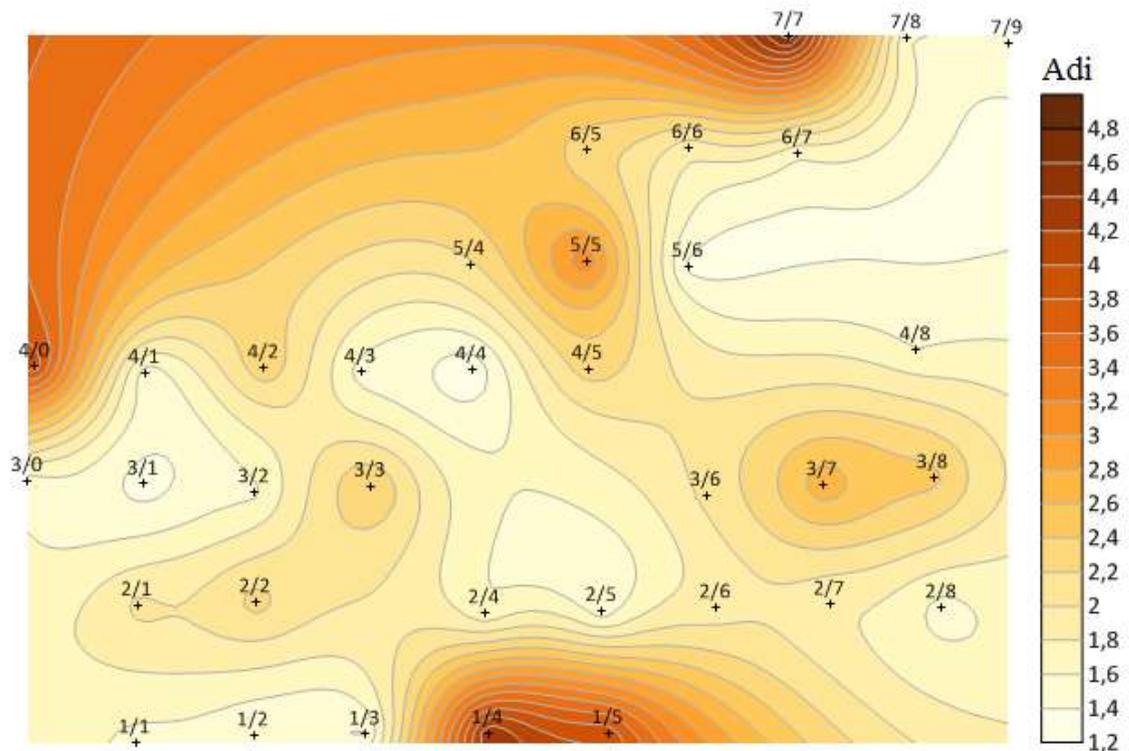


Рисунок 17 – Пространственное распределение аддитивных показателей на территории г. Красноярск (коэффициенты концентрации относительно медиан содержания элементов в золе листьев тополя г. Красноярск)

На территории города Красноярск выявлено два участка в пределах которых наблюдается максимальный уровень аддитивного показателя. Первый участок располагается в северо-восточной части города и приурочен к

промышленной зоне алюминиевого завода (КрАЗ) и металлургического завода (КраМЗ), так же, возможно, влияние котельных. Второй участок располагается в южной части и находится в зоне влияния ТЭЦ-2.

Если сравнить рисунки 16 и 17, то можно увидеть, что ореолы максимальных уровней аддитивного показателя схожи.

Если рассматривать расположение максимальных уровней аддитивный показателей по административным районам города, то они относятся к таким районам как: Советский, Ленинский, Свердловский (рис. 16) и Октябрьский (рис. 17). Северский и Октябрьский районы расположились на левом берегу р. Енисей, Ленинский и Свердловский – на правом.

Промышленные зоны таких предприятий как красноярский алюминиевый завод (КрАЗ), красноярский металлургический завод (КраМЗ), красноярский завод цветных металлов вносят наибольший вклад в геохимическую нагрузку на территорию города. Но следует отметить, что зоны расположения максимальных уровней аддитивный показателей находятся на периферии урбанизированной части города, вне зоны жилой застройки (селитебных зон), что говорит о грамотном и рациональном пространственном размещении планировании промышленных зон предприятий с учетом климатических и других естественных факторов природной среды.

Таким образом, выявлены зоны негативного влияния на окружающую среду на территории г. Красноярска.

6 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

6.1 Техничко-экономическое обоснование продолжительности и объемы работ

В рамках данного раздела выпускной квалификационной работы приводится технико-экономическое обоснование проведения работ по теме диссертации.

Цель раздела состоит в определении и анализе трудовых и денежных затрат, направленных на реализацию рассматриваемой научно-исследовательской работы.

Исследования проводились на территории г. Красноярск – одного из крупнейших культурных, экономических, промышленных и образовательных центров Центральной и Восточной Сибири, на территории которого сконцентрировано значительное количество промышленных производств разнообразной специфики, крупнейших предприятий теплоэнергетики, металлургии, машиностроения и др.

В качестве объекта исследования были выбраны листья тополя (*Populus Balsamifera* L.), являющиеся хорошим индикатором техногенной трансформации состояния городской среды.

Отбор проб листьев тополя на исследуемой территории был произведен в августе 2014 и 2017 гг. Листья отбирались методом средней пробы, по окружности из внешней нижней части кроны на высоте 1,5-2 м от поверхности земли с приблизительно одновозрастных деревьев. Отбор проб осуществлялся по равномерной площадной сети в масштабе 1:200000 (шаг опробования 2 × 2 км).

Всего в ходе полевых работ отобрано 56 проб.

Виды и объем научно-исследовательской работы представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Виды и объемы проектируемых работ (технический план)

№	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед. изм.	Кол-во		
1	Эколого-геохимические работы биогеохимическим методом	проба	56	Отбор проб листьев тополя осуществляется на территории г. Красноярск	Бумажные (крафт) пакеты «Стерит»
2	Проведение маршрута	км	82	Проведение маршрута	Ручка
3	Камеральная работа, обработка материалов ЭГР (без использования ЭВМ)	проба	56	Обработка проб	Муфельная печь
4	Камеральная работа, обработка материалов ЭГР (с использованием ЭВМ)	проба	56	Обработка баз данных Построение картосхем, графиков и диаграмм	ПК

Календарный план работ позволяет конкретизировать перечень необходимых этапов работ, определить их продолжительность во времени и последовательность. Данная исследовательская работа осуществлялась в 3 этапа и включала в себя полевые работы, лабораторные исследования и камеральную обработку данных.

Полевые работы. Полевой этап работ проводился в соответствии с календарным планом: в августе 2014 и 2017 гг. В ходе полевых работ был проведен отбор проб листьев тополя, их упаковка в бумажные крафт-пакеты и маркировка каждого из пакетов. Пробы отбирались с приблизительно одновозрастных деревьев на высоте 1,5–2 м от поверхности земли. Всего отобрано 56 проб.

Лабораторный этап работ осуществлялся с перерывами: в декабре 2014 г. и с ноября 2018 г. по январь 2019 г. В этот период времени была проведена подготовка проб к дальнейшему изучению, которая включала в

себя: высушивание проб при комнатной температуре, мелкое ручное измельчение, взвешивание перед озолением, само озоление и взвешивание сухого остатка после озоления.

Далее пробы подготавливались для инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА). Для этого из листов фольги размером 3*3см были изготовлены пакетики, в каждый из которых было упаковано 100±1 мг золы листьев тополя. После этого подготовленные для анализа пробы были переданы подрядчику в лице лаборатории на базе исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета для элементного анализа проб методом ИНАА.

Также минеральный состав проб листьев тополя был изучен в учебно-научной лаборатории электронно-оптической диагностики Международного инновационного образовательного центра «Урановая геология» Томского политехнического университета с применением дифрактометра Bruker D2 PHASER и растрового электронного микроскопа Hitachi S-3400N.

Камеральные работы. Камеральная обработка данных длилась с января 2018 г. по май 2019 г. и включала в себя сбор и систематизацию информации об изучаемой территории, обработку полученных в ходе полевых исследований данных, а также их дальнейшую интерпретацию и визуализацию в виде картосхем, графиков и диаграмм.

Календарный план работ представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Календарный план работ

Виды работ	2014		2018							2019					
	август	декабрь	январь	февраль	март	апрель	май	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	апрель	май
Полевые работы	+														

Лабораторные работы		+							+	+	+				
Камеральные работы			+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+

6.2 Расчет затрат времени и труда на научно-исследовательскую работу

На основании технического плана проведен расчет затрат времени и труда на реализацию всех этапов научно-исследовательской работы. При расчете затрат времени и труда были использованы: «Инструкция по составлению проектно-сметных работ на геологоразведочные работы» и второй выпуск сборника сметных норм на геологоразведочные работы. Из этих источников взяты такие данные, как нормы времени на проведение тех или иных работ, а также коэффициенты к норме в зависимости от условий выполнения работ.

Расчет затрат времени проводился по формуле:

$$N = Q * N_{\text{ВР}} * K$$

где: N – затраты времени, Q – объем работ, $N_{\text{ВР}}$ – норма времени из справочника сметных норм (выпуск 2), K – коэффициент за не нормализованные условия.

Результаты расчетов затрат времени по видам планируемых работ представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Затраты времени по видам работ

№	Вид работ	Объем		Норма времени, Н	Коэф-т, К	Нормативный документ	Итого времени и на объем
		Ед. изм.	Кол-во (Q)				
1	Эколого-геохимические работы биогеохимическим методом	проб	56	0,0448	1	ССН, вып. 2, табл. 41	2,509

2	Проведение маршрута	Км	82	0,101	1	ССН, вып. 2, табл.44	8,282
3	Камеральная работа обработка материалов ЭГР (без использования ЭВМ)	проб	56	0,0136	1	ССН, вып. 2, табл. 59	0,762
4	Камеральная работа обработка материалов ЭГР (с использованием ЭВМ)	проб	56	0,0337	1	ССН, вып. 2, табл. 61	1,887
Итого							13,440

Исходя из того, что работы производились при участии одного геоэколога и одного рабочего, произведем расчет затрат времени по каждому из сотрудников. Результаты расчета представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Затраты времени по сотрудникам

№	Виды работ	Т общ.	Геоэколог	Рабочий
1	Эколого-геохимические работы биогеохимическим методом	5,018	2,509	2,509
2	Проведение маршрута	16,564	8,282	8,282
3	Камеральная работа обработка материалов ЭГР (без использования ЭВМ)	0,762	0,762	-
4	Камеральные работы обработка материалов ЭГР (с использованием ЭВМ)	1,887	1,887	-
Итого		24,231	13,440	10,791

6.3 Расчет затрат на материалы для научно-исследовательской работы

Расчет затрат материалов (для полевого и камерального периодов) для данной научно-исследовательской работы осуществлялся на основе средней рыночной стоимости необходимых материалов и их количества. Результаты расчета затрат материалов представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Затраты материалов на научно-исследовательскую работу

Наименование и характеристика изделия	Количество, шт	Цена, руб.	Сумма, руб
Блокнот малого размера	1	60	60
Фломастер	1	45	45
Карандаш простой	1	20	20
Ручка шариковая	1	45	45
Стержень для ручки шариковой	1	5	5
Папка для бумаг	1	40	40
Резинка ученическая	1	10	10
Бумажный крафт-пакет «Стерит»	56	4	224
Перчатки хлопчато-бумажные	1	45	45
Фольга алюминиевая	1	100	100
Итого			594

6.4 Расчет затрат на оплату труда

Оплата труда формируется из оклада, премиальных начислений и районного коэффициента. Фонд заработной платы формируется с учетом дополнительной заработной платы. Итоговая сумма, которая необходима для оплаты труда всех работников, формируется при учете страховых взносов, затрат на материалы, амортизацию оборудования, командировок и резерва.

В рамках данной работы расчет заработной платы осуществляется на основе формул:

$$ЗП = \text{Окл} \times T \times K,$$

Где ЗП – заработная плата, Окл – оклад (руб), T – отработано дней, K – коэффициент районный.

$$\text{ДЗП} = ЗП \times 7,9\%,$$

где ДЗП – дополнительная заработная плата (%).

$$\text{ФЗП} = \text{ЗП} + \text{ДЗП},$$

где ФЗП – фон заработной платы (руб).

Расчет оплаты труда представлен в таблице 14.

Таблица 14 – Расчет оплаты труда

Наименование расходов		Един. измер.	Затраты труда	Дневная ставка, руб	Сумма основных расходов
Основная заработная плата:					
Геозолог	1	чел-см	9,134	692	6320,73
Рабочий	1	чел-см	7,763	360	2794,68
ИТОГО:	2		16,897		9115,41
Дополнительная заработная плата	7,9				720,12
ИТОГО:					9835,53
ИТОГО (с учетом районного коэффициента):	1,3				12786,19
Страховые взносы	30 %				3835,86
ИТОГО основных расходов					16622,05

6.5 Расчет амортизационных отчислений

Амортизационные отчисления – это инструмент, позволяющий компенсировать полученный износ используемой материально-технической базы. Расчет амортизационных отчислений представлен в таблице 15.

Таблица 15 – Расчет амортизационных отчислений

Наименование объекта основных фондов	Кол-во	Балансовая стоимость, руб	Годовая норма амортизации, %	Сумма амортизации за год, руб
Муфельная печь	1	200000	5	10000
Персональный компьютер	1	20000	10	2000
ИТОГО				12000

Сумма амортизационных отчислений определяется исходя из

балансовой стоимости основных производственных фондов и нематериальных активов, и утвержденных в установленном порядке норм амортизации, учитывая ускоренную амортизацию их активной части.

6.6 Расчет затрат на подрядные работы

Элементный анализ проб листьев тополя производился подрядчиком методом ИНАА в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии на базе исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета. Расчет затрат на подрядные работы представлен в таблице 16.

Таблица 16 – Затраты на подрядные работы

Метод анализа	Кол-во проб	Стоимость, руб.	Итого
Инструментальный нейтронно-активационный анализ	56	3500	196000
ИТОГО			196000

6.7 Общий расчет сметной стоимости научно-исследовательской работы

Общий расчет сметной стоимости оформляется по типовой форме. Базой для всех расчетов в данном документе служат: основные расходы, которые связаны с выполнением работ. Общий расчет сметной стоимости работ представлен в таблице 17.

Таблица 17 – Общий расчет сметной стоимости работ

№	Ед. изм.	Кол-во	Единичная расценка	Полная сметная стоимость, руб.
I Основные расходы				
1	Материальные затраты		594	
2	Затраты на оплату труда (со страх. взносами)		16622,05	

3	Амортизационные отчисления	12000			
Итого основных расходов (ОР):		29216,05			
II	Накладные расходы (НР)	%	10	От ОР	2921,61
Итого основных и накладных расходов(ОР+НР):		32137,66			
III	Плановые накопления	%	15	От (ОР+НР)	4820,65
IV Подрядные работы		196000			
V	Резерв	%	3	От ОР	876,48
Итого сметная стоимость				233834,79	
НДС		%	20		46766,96
Итого с учетом НДС:				280601,75	

Таким образом, расчет сметной стоимости, включающий в себя расчет материальных затрат, затрат на оплату труда и амортизационные отчисления, а также учет накладных расходов, плановых накоплений, подрядных работ, резервных отчислений и налога на добавленную стоимость показал, что стоимость работ по оценке экологического состояния территории города Иркутск по элементному составу листьев тополя составила 280601,75рублей.

7. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Данная выпускная квалификационная работа посвящена эколого-геохимической оценке территории г. Красноярск посредством изучения элементного состава листьев тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.). В ходе работы устанавливается элементный состав отобранных проб, определяется минеральный состав и формы нахождения элементов в листьях тополя, изучается пространственное распределение приоритетных химических элементов на территории города, устанавливаются возможные источники их поступления.

Актуальность работ обусловлена тем, что в условиях урбанизации городов комплексы техногенных источников формируют тяжелую геоэкологическую обстановку, оказывающую экологическое давление на все компоненты урбозкосистем. В связи с чем актуальной становится проблема оценки состояния компонентов природной среды. Преимущества растительности как индикаторов состояния окружающей среды состоит в том, что они активно накапливают загрязняющие вещества из сопряженных сред, поэтому их можно считать хорошим биогеохимическим индикатором техногенной трансформации состояния городской среды.

Полученные в ходе работы данные могут быть использованы для создания программы работ в Красноярском центре по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, а также для прогнозирования экологической обстановки городской среды на локальном и региональном уровнях.

В рамках данного раздела выпускной квалификационной работы рассмотрены параметры производственного процесса и виды работ, связанные с камеральной обработкой данных на персональном компьютере (ПК) (поиск информации, набор текста, статистическая обработка баз данных, построение карт-схем и т.д.) в закрытом помещении.

Цель раздела состоит в анализе вредных и опасных факторов производственной деятельности, которые могут воздействовать на человека в

ходе проведения данных работ, а также в решении вопросов обеспечения защиты от выявленных вредных и опасных факторов на основе действующих нормативно-технических документов.

7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

7.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства.

Согласно Конституции Российской Федерации, каждый гражданин имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены, на вознаграждение за труд без какой бы то ни было дискриминации и не ниже установленного федеральным законом минимального размера оплаты труда, а также право на защиту от безработицы.

Трудовые отношения между работником и работодателем регулируются Трудовым кодексом РФ. Налоговый кодекс РФ устанавливает систему налогов и сборов на территории Российской Федерации.

Права и обязанности работника в связи с проведением специальной оценки условий труда оговариваются в статье 5 глав 1 Федерального закона Российской Федерации № 426-ФЗ от 28 декабря 2013 г.

Режим труда и отдыха при работе с компьютером: При работе с персональным компьютером (ПК) в среднем по истечению 2 часов у пользователя возникает утомление. Для предотвращения последующего ухудшения самочувствия пользователя и снижения его общей активности и работоспособности целесообразно соблюдать режим труда и отдыха.

Для рабочей смены длительностью 8 ч. Определены следующие режимы перерывов (исходя из категории работы) через 2 часа от начала рабочего дня и через 2 часа после обеденного перерыва – по 15 минут; через 2 часа от начала рабочего дня и через 1,5 – 2 часа после обеденного перерыва – по 15 минут.

Также целесообразна организация регламентированных перерывов меньше длительности, во время которых можно проводить различные разминочные физические упражнения, гимнастику для глаз.

7.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 при организации рабочего места пользователя компьютера необходимо соблюдать следующие требования:

- расстояние между рабочими столами с видеомониторами должно составлять не менее 2 м в направлении тыльной стороны монитора, и не менее 1,2 м между боковыми поверхностями мониторов;
- расстояние от монитора до глаз пользователя должно быть не менее 600- 700 мм, при определенном размере шрифта допускается величина 500 мм;
- конструкция рабочего стула должна учитывать рост пользователя, продолжительность работы; способствовать естественному движению пользователя, не оказывать дополнительной нагрузки на мышцы спины и шейно-плечевой области;
- конструкция рабочего стола также должна учитывать естественное положение пользователя при работе за компьютером, длительность работы и обеспечивать оптимальное размещение всего используемого в процессе работы оборудования.

7.2 Производственная безопасность

Рабочее место расположено в учебном компьютерном классе МИНОЦ «Урановая геология» (541 ауд.), отделение геологии ИШПР. Аудитория расположена на пятом этаже 20 корпуса ТПУ. Размер помещения 8,5×9,5×3,1. Площадь на одно рабочее место в ПВЭМ составляет не менее 4,5 м², а объем не менее 20 м³. В аудитории имеется 12 персональных компьютеров. Помещение соответствующем санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам «Гигиенические требования к персональным электронно-

вычислительным машинам и организации работы».

Работа с ПЭВМ сопровождается рядом опасных и вредных факторов, представленных в таблице 18.

Таблица 18 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разраб отка	Изгото вление	Эксплу атация	
1.Отклонение показателей микроклимата	-	+	-	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [72], СанПиН 2.2.4.548-96 [73]
2.Недостаточная освещенность рабочей зоны	-	+	-	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [71], СНиП 23-05-95 [75],
3.Повышенный уровень шума	-	+	-	ГОСТ 12.1.003-83 [63], СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [75],
4.Электромагнитное поле	-	+	-	ГОСТ 12.1.045–84 [66],
5.Нервно-психические перегрузки	-	+	-	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [72]
6.Электрический ток	-	+	-	ГОСТ 12.1.019-79 [65], ГОСТ 12.4.124-83 [67],
7.Пожарная опасность	-	+	-	НПБ 105-03 [70], ГОСТ 12.4.009-83 [68], ГОСТ 12.1.004-91 [64].

Рассмотрим более подробно каждый из выявленных факторов.

Отклонение показателей микроклимата. Микроклимат представляет собой комплекс физических факторов внутренней среды помещений, оказывающих влияние на тепловой обмен организма и здоровье человека.

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96, показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются: температура воздуха, температура поверхностей, относительная влажность воздуха и скорость его движения, а также интенсивность теплового облучения. Все выше перечисленные показатели в рабочем помещении формируются за счет работы

отопительной и вентиляционной систем. В случае нарушения работы этих систем происходит отклонение показателей микроклимата, что приводит к нарушению теплового баланса организма человека. Так при высокой температуре воздуха в рабочем помещении кровеносные сосуды расширяются, что приводит к повышению притока крови к поверхности тела и повышению теплоотдачи в окружающую среду. При понижении температуры ниже нормы, напротив, происходит сужение кровеносных сосудов, уменьшается приток крови к поверхности тела и теплоотдача уменьшается. Влажность воздуха влияет на терморегуляцию организма. При высокой влажности (более 85%) происходит затруднение терморегуляции, а при низкой (меньше 20%) может происходить пересыхание слизистой оболочки и дыхательных путей.

Для того, чтобы обеспечить работнику, выполняющему работу операторского типа, ощущение теплового комфорта, минимальное напряжение механизмов терморегуляции, не спровоцировать развитие каких-либо заболеваний и создать предпосылки для высокого уровня работоспособности, необходимо поддерживать в рабочем помещении оптимальные величины показателей микроклимата (табл. 19).

Таблица 19 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, С	Температура поверхностей, С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia* (до 139)	22–24	21–25	60–40	0,1
Теплый	Ia* (до 139)	23–25	22–26	60–40	0,1

**Примечание: Категория Ia – работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением, согласно санитарно-эпидемиологическим правилам и нормам.*

Для того чтобы поддерживать данные показатели на требуемом уровне в помещениях, оборудованных ПК необходимо проводить ежедневную влажную уборку, а также систематически осуществлять проветривание помещения во время работы на ПК. Для поддержания необходимой температуры необходимо отопление помещения, а также оборудование теплоизолирующих экранов для защиты от источников теплового излучения.

Недостаточная освещенность рабочей зоны. Для того, чтобы обеспечить сохранность зрения человека и нормальное состояние его нервной системы при работе за компьютером необходимо правильно организовать освещение рабочего места. Недостаток освещения может приводить к утомляемости оператора, снижению внимания, уменьшению производительности труда. Длительная работа при неправильном освещении может спровоцировать развитие близорукости.

Компьютерный класс, в котором расположено рабочее место имеет совмещенное освещение. Естественное освещение представлено двумя боковыми окнами, ориентированными на восток. Искусственное освещение представлено 15 светильниками, встроенными в потолок. Светильники расположены в пять рядов, параллельно столам с ПК, таким образом, что они обеспечивают равномерное освещение помещения.

Для снятия нагрузки на зрение помимо правильного освещения помещения необходимо следить за освещенностью поверхности экрана компьютера, которая согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 не должна превышать 300 лк, также яркость светящихся поверхностей (окно, светильник), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м².

Для того, чтобы обеспечить в рабочем помещении соблюдение нормативов освещенности необходимо не реже чем два раза в год осуществлять чистку стекол оконных рам и светильников, а для регулирования яркости света, поступающего из окон можно использовать жалюзи, либо шторы.

Повышенный уровень шума. Источниками шума на рабочем месте, в компьютерном классе, как правило, является работа вентиляторов, предназначенных для охлаждения системных блоков, работа принтера, а также звук от эксплуатации автомобилей, доносящийся с улицы.

Шум воздействует на центральную и вегетативную нервную систему человека и органы слуха. Работа в условиях длительного шумового воздействия может провоцировать у человека раздражительность, головную боль, снижение памяти, повышенную утомляемость, а также нарушение сна.

Согласно ГОСТ 12.1.003-83, уровень шума при выполнении работы на ПК не должен быть более 45 дБ.

Защита от шумового воздействия предполагает использование шумобезопасной техники, средств индивидуальной и коллективной защиты, к которым относят звукоизолирующие материалы, беруши, противозумные шлемы и т.д. В случае с работой за ПК достаточной мерой является использование наушников, либо беруш, в качестве более серьезных мер возможна звукоизоляция помещения.

Электромагнитное поле. Источником электромагнитного излучения на рабочем месте являются компьютеры и сетевые фильтры.

Продолжительное воздействие электромагнитного поля на организм человека провоцирует ослабление иммунитета, повышает утомляемость, может вызывать нарушения метаболизма, влиять на артериальное давление. Помимо этого, воздействие электромагнитного поля провоцирует увеличенную выработку в организме человека гормона стресса – адреналина, повышение которого в крови приводит к возрастанию нагрузок на сердце.

Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах пользователей, а также в помещениях образовательных учреждений представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Временно допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ

Параметр	Частотный диапазон	ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	2 кГц – 400 кГц	25 В/м
Плотность магнитного потока	5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Поверхностный электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

Защита от электромагнитного излучения при работе с ПК в первую очередь предполагает использование качественной техники, соответствующей стандартам качества. Для дополнительной защиты возможно использование экранных фильтров, позволяющих ослабить электростатическое и электромагнитное поле, а также заземление техники (ГОСТ 12.4.124-83).

Нервно-психические перегрузки. Основными источниками нервно-психических перегрузок при работе за ПК являются: повышенное зрительное напряжение, длительная концентрация внимания, эмоциональные перегрузки, монотонность труда, большое поток информации.

Следствием длительной непрерывной работа за компьютером могут является переутомление глаз, боль в мышцах спины и шеи, головная боль. Для того, чтобы предотвратить вышеперечисленные проблемы необходимо правильно организовывать рабочую смену, а именно: во избежание преждевременной утомляемости через каждые 2 часа работы за компьютером необходимо делать 15 минутные перерывы, а при высоком уровне напряженности работы рекомендуется психологическая разгрузка в специально оборудованных помещениях. Для того чтобы избежать боли в мышцах спины и шеи, а также переутомления глаз нужно осуществлять комплексные оздоровительно-профилактические мероприятия (специальные упражнения, витаминизация и т.д.).

Электрический ток. Компьютер включает в себя множество составных частей, питающихся от источника тока, среди которых монитор, системный блок, клавиатура, мышь и др. устройства. Все эти составные множество соединительных проводов являются для пользователя потенциальными источниками опасности поражения электрическим током.

Для того чтобы избежать этой опасности необходимо соблюдать правила электробезопасности при работе с ПК.

Во избежание поражения электрическим током запрещается: – прикасаться задней панели системного блока, а также тыльной стороне дисплея компьютера; – работать за компьютером во влажной одежде или влажными руками; – вытирать пыль с компьютера во включенном состоянии;

– использовать жидкие или аэрозольные чистящие средства для осуществления чистки компьютера; – касаться одновременно каких-либо трубопроводов, батарей отопления, металлических конструкций, соединенных с землей (при пользовании электроприборами); – класть посторонние предметы на средства вычислительной техники, а также периферийные устройства.

Согласно ГОСТ 12.1.019-79, к основным мероприятиям, направленным на ликвидацию причин травматизма от электрического тока относятся:

1. Систематический контроль состояния изоляции электропроводов и кабелей;
2. Разработка инструкций по техническому обслуживанию и эксплуатации вычислительной техники и контроль их соблюдения;
3. Соблюдения правил противопожарной безопасности;
4. Своевременное и качественное выполнение работ по проведению планово-профилактических работ и предупредительных ремонтов.

Пожарная безопасность. Анализ пожароопасности как опасного фактора рассмотрен в разделе 8.4 Безопасность в ЧС.

7.3 Экологическая безопасность

С точки зрения экологической безопасности работа за компьютером не оказывает негативного влияния на окружающую среду.

Защита литосферы. При отборе проб производится их упаковка в крафт-пакеты, которые изготовлены из высокопрочной бумаги – 100%-ого натурального сырья. После того, как пробы идут в работу крафт-пакеты попадают в мусор, после чего отправляются на полигон ТКО, тем самым оказываю негативное воздействие на окружающую среду.

Защита атмосферы. Для исследования проб используется метод инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА). Метод ИНАА заключается в том, что при бомбардировке мощным потоком нейтронов стабильные изотопы элементов способны превращаться в радиоактивные, характеризующиеся излучением, специфическим по энергии и характеру. При таком методе исследования возможно негативное воздействие на атмосферу.

При работе компьютера происходит дионизация и уменьшение влажности воздуха. При использовании для работы сети интернет, происходит выделение тепла и углекислого газа, это можно объяснить тем, что все мощные ресурсы сети обладают большими серверными лабораториями и каждый раз, когда серверу приходится работать, в окружающую среду выделяется очень большое количество данных веществ.

7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Одним из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС является пожар на рабочем месте. Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов.

Федеральным законом от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ утвержден «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (в ред. Федеральных законов от 10.07.2012 №117-ФЗ, 02.07.2013 № 158-ФЗ)

Предотвращение распространения пожара достигается мероприятиями, ограничивающими площадь, интенсивность и продолжительность горения. К ним относятся:

- конструктивные и объёмно-планировочные решения, препятствующие распространению опасных факторов пожара по помещению;
- ограничения пожарной опасности строительных материалов, используемых в поверхностных слоях конструкции здания, в том числе кровель, отделок и облицовок фасадов, помещений и путей эвакуации;
- наличие первичных, в том числе автоматических и привозных средств пожаротушения;
- сигнализация и оповещение о пожаре.

В исследуемом помещении обеспечены следующие средства противопожарной защиты:

- «план эвакуации людей при пожаре»;
 - памятка о соблюдении правил пожарной безопасности;
 - ответственный за пожарную безопасность;
 - для отвода избыточной теплоты от ЭВМ служат системы вентиляции;
 - для локализации небольших загораний помещение оснащено углекислотными огнетушителями (ОУ-8 в количестве 2 шт);
- установлена система автоматической противопожарной сигнализации (датчик-сигнализатор типа ДТП). Действия в случае возникновения ЧС. При обнаружении пожара работнику необходимо:

- немедленно прекратить работу и вызвать пожарную охрану по телефону «01», сообщив при этом адрес, место возникновения пожара и свою фамилию;
- принять по возможности меры по эвакуации людей и материальных ценностей;
- отключить от сети закрепленное за ним электрооборудование;
- приступить к тушению пожара имеющимися средствами

пожаротушения;

- сообщить непосредственному или вышестоящему начальнику и оповестить окружающих сотрудников;
- при общем сигнале опасности покинуть здание.

Выводы

В ходе написания раздела магистерской диссертации «Социальная ответственность» были рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, выявлены и охарактеризованы опасные и вредные факторы, возникающие при выполнении камерального этапа работ, даны рекомендации по минимизации негативного влияния выявленных факторов на здоровье человека. Также, была рассмотрена экологическая безопасность проведения работ и проанализирована такая ЧС, как пожар на рабочем месте.

Стоит отметить, что аудитория, в которой расположено рабочее место соответствует нормам пожарной безопасности. Рекомендации по снижению негативного воздействия вредных и опасных факторов в целом соблюдаются.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Красноярск является экономическим и промышленным центром Центральной и Восточной Сибири. Следовательно, является и центром поступления в окружающую среду значительных масс техногенных веществ с промышленными, транспортными и муниципальными выбросами, сбросами и отходами. В ходе промышленной деятельности формируются очаги концентраций техногенных загрязнений.

Красноярск расположен на реке Енисей. Является административным центром Красноярского края.

Как и все крупные города мира, Красноярск подвержен негативному влиянию на экологическую обстановку. Её ухудшению способствует то, что город является крупнейшим транспортным узлом Восточной Сибири; наличие ряда крупных предприятий металлургической, машиностроительной и химической промышленности усугубляет ситуацию.

Основные результаты выпускной квалификационной работы:

Корреляционный и кластерный анализ выборок позволил выявить значимые корреляционные связи между содержаниями химических элементов в листьях тополя. Сильные корреляционные связи характерны для двух ассоциаций элементов: Na-La-Fe-As-Eu-Th и Yb-Sc-Hf-Lu.

Факторный анализ методом главных компонент позволяет определить влияние различных факторов на структуру взаимосвязей между элементами. Целями факторного анализа являются сокращение числа рассматриваемых микроэлементов и определение структуры взаимосвязей между микроэлементами, т.е. классификация микроэлементов. Первый фактор оказывает влияние на дисперсию таких элементов как: Na, Sc, Fe, La, Eu, Yb, Lu, Hf, Th. Нагрузка по первому фактору, наиболее весомому, вероятнее всего обусловлена влиянием техногенных факторов среды, в первую очередь промышленные зоны территории города. Второй фактор, менее весомый, характеризуется Cs, с положительной корреляционной связью. Третий фактор, отвечающий за накопление Zn, обусловлен биогеохимической спецификой

объекта исследования – данный элемент хорошо накапливается листьями тополя.

При построении карт-схем пространственного распределения элементов на территории города, в распределении которых ведущую роль играют техногенные факторы. Присутствие биогеохимического ореола натрия можно объяснить деятельностью алюминиевого завода (КрАЗ). Ореолы мышьяка и сурьмы – приурочены к промышленной зоне Красноярского завода цветных металлов (Красцветмет). Ореолы редкоземельных элементов (La, Eu, Yb, Lu) – охватывает Советский район с крупной промышленной зоной заводов КраМЗ, КрАЗ и др.

При изучении поверхности проб листьев методом растровой электронной микроскопии на исследуемой территории было выявлено, что присутствуют свинец содержащие частицы, а так же фторсодержащие микрочастицы. Алюмосиликатные микросферулы имеют техногенное происхождение, вероятным источником поступления ряда элементов города служит ТЭЦ-3 и ее золоотвал. Нахождение на поверхности листьев тополя свинца и серы можно объяснить тем, вблизи места отбора пробы (проба 7/7) располагается Красноярский металлургический завод, который выпускает, в том числе, свинцовый металлопрокат (листы, уголки), свинцовые пломбы и другую свинцовую продукцию.

Таким образом, на территории г. Красноярск наблюдается проявление техногенных факторов, влияющих на содержание химических элементов.

Результаты исследования подтвердили наличие индикаторных свойств у листьев тополя, что позволяет использовать этот объект в биогеохимическом мониторинге для оценки загрязнения окружающей среды.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА

1. Веселкова А. А. Экологическая оценка состояния окружающей среды г. Красноярск по данным элементного состава листьев тополя / А. А. Веселкова, науч. Рук. Д. В. Юсупов // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых.

Список используемых источников

1. Авери Джиеки Оценка состояния городской среды методами биоиндикации (На примере Санкт-Петербурга) Автореферат на соискание ученой степени кандидата географических наук. Санкт-Петербург 2004.
2. Асадулин Эн. Э., Мирошников А.Ю., Вепичкин В.И. Геохимическая специализация донных осадков в зонах смешения вод Оби и Енисея с водами Карского моря // Геохимия. – 2013. – № 12. – С. 1116-1129.
3. Безруких В. А. Геолого-геоморфологические и почвенные условия окрестностей г. Красноярска /Краснояр. гос. пед. ун-т им. В. П. Астафьева. Красноярск, 2015. 136 с.
4. Безруких В. А., Кириллов М. В. Физическая география Красноярского края и республики Хакасии : учеб. пособие. Красноярск : Краснояр. кн. изд-во, 1993. 192 с.
5. Беус А.А., Григорян С.В. Геохимические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра. – 1975. – 280 с
6. Будыко М.И. Климатические факторы теплоощущения человека // Известия АН СССР. – 1960. – № 28. – С. 3-12.
7. Вернадский В. И., О некоторых фундаментальных проблемах биогеохимии (в связи с работами лаборатории биогеохимии АН СССР) / В. И. Вернадский // Тр. биогеохим. лаб. – 1939. – Т. 5. – С. 5–18
8. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2017 году» - Красноярск, 2018.
9. Евгеньев М. И. Тест-методы и экология / М. И. Евгеньев // Соросовский образовательный журнал. – 1999. – № 11. – С. 29-34
10. Зырин Н.Г., Малахов С.Г. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами / под редакцией д-ра биол. Наука Н.Г. Зырина. – Москва: Московское отделение гидрометеоиздата, 1981. – С. 110.

11. Илькун Г.М. Загрязнители атмосферы и растения. – Киев: Наукова думка, 1978. – 246 с.
12. Кириллов М. В. Окрестности Красноярска. Красноярск : Краснояр. кн. изд-во, 1977. 91 с.
13. Клевцова М.А., Фан Тхи Лан Ань. Биоиндикация экологического состояния урбанизированных территорий. Вестник ВГУ, серия: география. Геоэкология, 2016, №3.
14. Ланцова И.В. Технический отчет об инженерно-экологических изысканиях «ООО «РН-КНПЗ». Закрытый коллектор ручья Клюквенный», 2013;
15. Михальчук А.А., Язиков Е.Г. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений. Часть II. Компьютерный практикум. Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2014. – 150 с.
16. Линина Н. Л. Современное состояние и проблемы окружающей среды в города // Вестник Кемеровского государственного университета - 2015 - №4 - С. 237–241.
17. Морозова О.Г., Вчерашний П.М., Пен Р.З., Шахматов С.А. Гидрологические основы водообеспечения / Ин-т водных проблем. – М., 1993. – 428 с
18. Неверова О.А., Колмогорова Е.Ю. Древесные растения и урбанизированная среда: экологические и биотехнологические аспекты. – Новосибирск: Наука, 2003. – 222 с.
19. Огородникова Ю. В., Болотова О. В. Анализ экологического благополучия в городе Красноярске. Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, 2016.
20. Парибок Т.А. Загрязнение растений металлами и его экологофизиологические последствия // Растения в экстремальных условиях минерального питания. – Л.: Наука, 1983. – С. 82–100.

21. Петрунина Н.С., Ермаков В.В. Современные аспекты геохимической экологии растений // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. – 2012. – № 1. – С. 147–155.
22. Печенкина Т. Л. Геолого-геоморфологическая основа для градостроительства Красноярск. География, история и геоэкология на службе науки и инновационного образования : материалы Всерос. науч.- практ. конф. с междунар. участием, посвящ. Всемир. дню Земли и 75-летию каф. физич. географии и геоэкологии (Красноярск, 19–20 апреля 2012 г.) Вып. 7 / отв. за вып. Т. А. Ананьева ; ред. кол. ; науч. ред. В. П. Чеха, А. И. Шадрин ; Краснояр. гос. пед. ун-т им. В. П. Астафьева. Красноярск, 2012. С. 323–326.
23. Программа социально-экономического развития города Красноярск до 2020 года. – г. Красноярск, 2010 – С. 45.
24. Рихванов Л.П., Юсупов Д.В., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Элементный состав листвы тополя как биогеохимический индикатор промышленной специализации урбасистем. // Экология и промышленность России. – 2015. – №45 – С. 58-63
25. Рябовол С. В. Растительность г. Красноярск // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1
26. Судыко А.Ф. Определение урана, тория, скандия и некоторых редкоземельных элементов в двадцати четырех стандартных образцах сравнения инструментальным нейтронно-активационным методом // Материалы V Международной конференции, г. Томск. Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. – 2016.– С.620-624
27. Таблица определения химических элементов методом нейтронно-активационного анализа //Изв. АН Каз.ССР; сер.физ. и техн. наук.-1980.-№6. С.3-7.
28. Ташекова А.Ж., Торопов А.С. Использование листьев растений как биогеохимических индикаторов состояния городской среды. Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2017. Т. 328. № 5. 114–124

29. Турсуналиева Е. М. Эколого-геохимическая оценка состояния территории г. Новосибирска по данным изучения листьев тополя : магистерская диссертация / Е. М. Турсуналиева ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт природных ресурсов (ИПР), Кафедра геоэкологии и геохимии (ГЭГХ) ; науч. рук. Д. В. Юсупов. — Томск, 2017.

30. Уфимцева М.Д. Закономерности накопления химических элементов высшими растениями и их реакции в аномальных биогеохимических провинциях // Геохимия. – 2015. – № 5. – С. 450–465.

31. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды / Состояние загрязнения окружающей среды на территории Красноярского края – 2017.

32. Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю. Геоэкологический мониторинг: Учебное пособие.- Томск: Изд-во ТПУ, 2004.-276 с.

33. Ялалтдинова А.Р., Барановская Н.В., Рихванов Л.П. Проявленность промышленных предприятий г. Усть-Каменогорска в геохимических полях по данным изучения золы листьев тополя черного (*Populus nigra* L.) // Тяжелые металлы, радионуклиды и элементыбиофилы в окружающей среде: VII Международная научно-практическая конференция. – Семей, 2012. – Т. 2. – С. 196–201.

34. Ялалтдинова А.Р. Элементный состав растительности как индикатор техногенного воздействия на территории г. Усть-Каменогорска: дис. ... канд. геол.-мин. наук: 25.00.36 / Ялалтдинова Альбина Рашидовна, Томск, ТрУа, 2015. — С. 172.

35. Andre O., Vollenweider P., GunthardtGoerg M. Foliage response to heavy metal contamination in Sycamore Maple (*Aser pseudopla tanus* L.) // For. Snow Landsc. Res. – 2006. – № 80 (3). – P. 275–288.

36. Baker A. J.M. Accumulation and excluders - strategies in the response of plants to heavy metal // J. Plat. Nutr. 1981. Vol. 3, № 14. P. 643-654.

37. Bioindication and monitoring of atmospheric deposition using trees and shrubs / S.V. Gorelova, M.V. Frontasyeva, A.V. Gorbunov, S.M. Lyapunov, O.I. Okina // Materials of 27th Task Force Meeting of the UNECE ICP Vegetation. – Paris, France, 2014. – P. 63
38. Bode P., De Coeij J. J. M. Activation Analysis // Encyclopedia of Environmental Analysis and Remediation. 1998. P. 68-84.
39. Fluctuating asymmetry: methods, theory, and applications / J. H. Graham [et al.] // Symmetry. – 2010. – № 2. – P. 466-540.
40. Gillooly S.E., Carr Shmool J.L., Michanowicz D.R. Framework for using deciduous tree leaves as biomonitors for intraurban particulate air pollution in exposure assessment // Environmental Monitoring Assessment. – 2016. – № 7. – P. 456–479.
41. Hevesy G., Levi H. // Kgl. Danske Videnskab. Selskab. Math-fys. Medd. 1936. V. 14, No. 5. P. 1-34.
42. Hevesy G. V., Levi H. // Kgl. Danske Videnskab. Selskab. Math-fys. Medd. 1938. V. 15, No. 11. P. 1-18.
43. A. Bonneau, J.F. Moreau, R.G.V. Hancock, R. Auger, B. Emard // Investigating the influence of Instrumental Neutron Activation Analysis on European Trade Glass Beads // Proc. of the 39th International Symposium for Archaeometry. – Leuven, 2012. – P. 180–185.
44. Kenneth S. McGuire, Kevin W. Lawson, Douglas R. Lloyd // J. Membr. Sci. 1995. V. 99. P. 127.
45. Mackenzie F.T., Lantzy R.J., Paterson V. Global trace metal cycles and predictions // Int. Assoc. Math. Geol. — 1979. — Vo.11 — 99-142
46. Nataliia V. Terekhina, Margarita D. Ufimtseva Leaves of trees and shrubs as bioindicators of air pollution by particulate matter in Saint Petersburg // GEOGRAPHY, ENVIRONMENT, SUSTAINABILITY. Vol 13, No 1 (2020). C. 224-232.

47. Neutron Activation Analysis of Fifteen GSJ Igneous Rock Reference Samples / N. Aota, Y. Miyamoto, S. Kosanda, Y. Oura, K. Sakamoto // Geostandards Newsletter. – 1994. – Т. – № 18 (1). – P. 65–84.

48. Palmer A.R. Fluctuating asymmetry as a measure of developmental stability: implications of nonnormal distributions and power of statistical tests / A. R. Palmer, C. Strobeck // Acta Zool. Fenn. – 1992. – Vol. 191. – P. 57-72

49. Rashidova S. Sh., Kabulov B.D., Ruzimuradov O.N., Bekmirzaeva G., Satibaldieva D. T., Zaliyeva S. V. New Hybrid Silica-Organic Polymer Materials-Sorbents for HPLC // Тез. докл. межд. конф. Эйнховен. 2001, с. 915.

50. Smodiš, B. IAEA approaches to assessment of chemical elements in atmosphere / B. Smodiš. In: Markert B. A., Breure A. M., Zechmeister H. G. (Eds.), Bioindicators and biomonitors. – Oxford: Elsevier Science Ltd., 2007. – pp. 875–902.

51. Tsarik L. Ya. // Abstrs Int. Workshop Bioencapsulation. Postdam, 1996, p. 8.

Электронные ресурсы

52. XFlash 4010 Silicon Drift Detector from Bruker AXS Inc. [Электронный ресурс] – режим доступа <http://www.microscopy.info/news/Details/270> (дата обращения 16.11.19).

53. Геопортал ИВМ СО РАН. Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск [Электронный ресурс] – режим доступа <http://gis.krasn.ru/blog/> (дата обращения 25.12.19).

54. Красноярск. Администрация города [Электронный ресурс] – режим доступа <http://www.admkrsk.ru/city/Pages/history.aspx> (дата обращения 11.01.20).

55. Музей геологии Средней Сибири [Электронный ресурс] – режим доступа <http://museum.krasfond.ru/index.php> (дата обращения 26.01.20).

56. Методы электронной микроскопии [Электронный ресурс] – режим доступа http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/d/DVY4/Ucheb_rabota/Methods_of_natural_environments/ (дата обращения 13.02.20).

57. Метапром. Промышленный портал [Электронный ресурс] – режим доступа <https://metaprom.ru/> (дата обращения 03.03.20).

58. Официальный сайт. Сибирская генерирующая компания [Электронный ресурс] – режим доступа <https://sibgenco.ru/main/> (дата обращения 03.03.20).

59. Погода и климат в г. Красноярске [Электронный ресурс] – режим доступа <http://www.pogodaiklimat.ru/climate/29570.html> (дата обращения 03.03.20).

60. Растровый электронный микроскоп S3400n (Hitachi) [Электронный ресурс] – режим доступа http://www.ckp-rf.ru/ckp/equipped/?SECTION_ID=490&ELEMENT_ID=204168 (дата обращения 14.03.20).

Нормативно-методические документы

61. Безопасность жизнедеятельности. Расчет искусственного освещения: методическое указание к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех специальностей / сост. О.Б. Назаренко. – Томск: Изд. ТПУ, 2008. – 12 с.

62. ГН 2.1.6.3492-17 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений / М.: Стандартинформ – 2018г.

63. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования к безопасности / М.: Стандартинформ – 2007г, –37с.

64. ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования / М.: Стандартинформ – 2007.

65. ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты / М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

66. ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля / М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

67. ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования / М.: ИПК Издательство стандартов, 2003.
68. ГОСТ 12.4.009-83 Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание / М.: ИПК Издательство стандартов, 2005.
69. ГОСТ 26929-94 Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов
70. НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности – утвержден приказом МЧС России от 18.06.2003 г. № 314. М.: ФГУП ЦПП, 2003. – 43 с.
71. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 "Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий" – введен: 15 июня 2003 г. М.: Издательство стандартов, 2003.
72. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы — введен: 30.06.2003. М.: Издательство стандартов, 2003. - 14 с.
73. СанПиН 2.2.4.548-96. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». – М.: Минздрав России, 1997.
74. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Вып. 2. Геолого-экологические работы. – М.: ВИЭМС, 1993. – 153 с.
75. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки – М.: Минздрав России, 1996.
76. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение, 1995.
77. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020).

78. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ (ред. от 10.07.2012) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», 2008.

79. Федеральный закон от 28.12.2013 г. № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда», 2013.

Приложение I

(справочное)

Physico-geographical and economic characteristics of the study area

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ81	Веселкова Алена Александровна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Юсупов Дмитрий Валерьевич	кандидат геолого-минералогических наук, доцент		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сыскина Анна Александровна	Кандидат филологических наук		

Chapter 2 Physico-geographical and economic characteristics of the study area

2.1 Physical and geographical characteristics of the territory

Krasnoyarsk is the largest cultural, economic, industrial and educational center of Central and Eastern Siberia in Russia. It is also the administrative center of Krasnoyarsk territory (the second largest subject of Russia) and the urban district of Krasnoyarsk. It is the largest of the ancient cities of Siberia and it was founded in 1628. It was a major prosperous merchant center of Siberia for a long time during the «gold rush». Krasnoyarsk is also the most eastern city with a population of one million in Russia and the center of East Siberian economic region. The city is located in the center of Russia, on both banks of The Yenisei at the junction of the West Siberian Plain, the Central Siberian Plateau and the Sayan Mountains, in a basin formed by the northernmost spurs of Eastern Sayan. The height above sea level is 287 m. Krasnoyarsk is the largest city in Eastern Siberia and Far East. The Yenisei divides Siberia into Western and Eastern. The city is roughly divided in half, and the last Sayan range has also entered the line of Krasnoyarsk. Geographers refer Krasnoyarsk to Eastern Siberia economically. The city is the center of East Siberian economic region. The length of the city (by the shortest route along the streets) is about 41 km from the west to the east. It is almost 37 km from the north to the south.

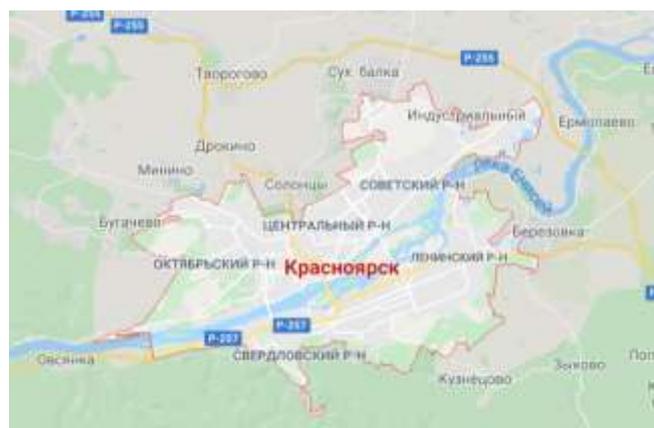


Figure 1 – Krasnoyarsk on the map of the Russian Federation

The relief of Krasnoyarsk territory is represented by the Vilyui Plateau, the Yenisei Ridge, the Western Sayans and the Central Siberian Plateau. About 20

thousand rivers carry their waters through mountains, plateaus and plains of the territory, more than 10 thousand lakes and 3 huge reservoirs are located on its territory. The river network of the region is the largest in the country and belongs to the basins of 6 large rivers: the Yenisei, the Ob, the Lena, the Khatanga, the Pyasin and the Taimyr [34].

2.1.1 Geological structure

The deposits of Cambrian and Ordovician-Silurian, Devonian, Jurassic, Tertiary and Quaternary periods are traced in the area of Krasnoyarsk as well as intrusive formations.

Cambrian deposits are widespread in the southeastern part of the region, forming the Tortashinsky range, the basins of the rivers and creeks of Sliznevaya Rassokha, Kaltat, Namurta, Great Synchron, Great and Lesser Voyn, Hariusny. White, light gray and gray, often marbled massive limestone dominates among the rocks of this period. The subordinate role is played by dolomites, mudstones, siltstones, sandstones, shales, which form the interlayers of the insignificant thickness among the limestones.

The rocks are intensively dislocated, sometimes cut by tectonic faults. The thickness of deposits is more than 2000 meters [2].

Ordovician-Silurian deposits are widespread in the valley of the Bazaikha River, above the mouth of the Yakhontovy log, in the creeks source of the Kashtak and the Medvezhiy and in the area of Mount Sopka. They are volcanogenic formations represented by tuffs and porphyrites. Tuffs are massive motley-colored rocks with a hidden granular structure. Porphyrites are dark gray, black rocks with a clearly defined porphyry structure.

Devonian deposits are widespread in the area of Krasnoyarsk. They are observed in the left-bank part of the Yenisei, in the basin of the Berezovka River, near the villages of Kamenka and Svishchevo. Also these deposits come to the surface near the villages of Zykovo, Krasnogorki, Drokino, Bugach and in some other places.

Lithology of the rocks is represented by sandstones, siltstones, argillites, marls, conglomerates, gravels, limestones. Sandstones, siltstones and mudstones predominate in most geological sections. The rest of the rocks form thin not sustained along the strike interlayers. Red color is a characteristic feature of these rocks. The thickness of deposits is more than 1000 meters.

Carboniferous deposits traced to the area from the Bateyushki River to Shumkovo village. They are represented by sandstones, limestones, marls, aleurolites and have gray tones, unlike the Devonian deposits.

Jurassic deposits are common in the northern part of the region. They are overlapped by Quaternary deposits almost everywhere. Sandstones dominate in the lithological composition of rocks and aleurolites, mudstones, gravelites, conglomerates, and coals are subordinate to them. The rocks are characterized by light (mostly gray) color, weak cementation, and flat stratification. Deposits thickness is up to 300 meters and more.

Tertiary (Upper Paleogene-Neogene) deposits are widely developed on the right and left banks of the Yenisei, where they form the upper part of flat-topped watersheds with absolute heights of 310-370 m. They lie everywhere on the eroded surface of Devonian and Jurassic deposits and are represented by various rocks from gravel-pebble to heavy clays. Sediment thickness varies from the first meters to 60 m. The concept of the structure and composition of the described deposits can be obtained mainly from quarries and other man-made excavations, because they have been almost ubiquitously covered with formations of quaternary age at the top.

Quaternary deposits are represented mainly by the alluvium of the rivers that forms their floodplains and terraces. The seven terraces above the floodplain in the valley of the Yenisei and the two ones along of the Kacha, The Berezovka and the Bazaiha Rivers are traced in the area of Krasnoyarsk.

2.1.2 Relief

The relief of the elevated parts of the area differs significantly in the left-bank and right-bank parts of the Yenisei valley. The maximum area heights are located on

Mount Pervaya (Nikolaevskaya) Sopka (505 m), composed of volcanics of Middle-Late Ordovician in the left-bank part.

The marks of the dominant peaks are 250 - 310 m along the northern periphery of the city. There are remains of the denudation surface of Oligocene-Miocene leveling, in the interfluvium. They occupy about 20% of the area. The most common are denudation and erosion-denudation slopes, in aggregate, occupying about 65% of the territory. The gentle (less than 15°) and moderate (15-25°) slopes predominate along the slope. Steeply sloping (more than 25°) areas are developed slightly and are controlled in their distribution by geological and structural factors.

An erosional relief is associated with the valleys of small rivers, streams and temporary streams (logs). In terms of drawing of the river network is feathery. Most valleys have a V-shaped profile, in cross sections.

Technogenic relief is expressed in the city areas. Especially characteristic is the stepwise, pseudo terraced decoration of the embankment between the city park and the river station. Other man-made forms include embankments, quarries of brick and cement plants, dams along the banks of the Kacha River.

The relief of the right bank is more sublime, foothill. The highest point in the eastern part of the square is Mount Black Sopka (691 m), which is a prepared outcrop of the stock-like subvolcanic intrusion of alkaline dolerites and tinguaites. A peculiar denudation and erosion-denudation reliefs are developed in the zone of the nature reserve on the intrusion of the syenite of the Stolbovkiy syenite-grain and syenite complex of middle-late Ordovician. There are numerous large and small outcrops of syenites (named Krasnoyarsk Stolby) on the gentle interfloor surfaces and slopes with a moderate to large steepness. The dominant peaks on syenites reach 729–881 m. The morphology of the interfluid surface is ridge-shaped on this section.

The peaks of the Torgashinsky ridge are marked 610 - 580 m. The watershed of the Bazaha River and the Yenisei is a system of narrow tree-branching remnants of the denudation surface of Cretaceous-Paleogene age by the erosion-slope processes of the neotectonic stage. The watershed line in some places is ridge-shaped, in some places ridged. The hills are separated by saddles. The slopes of the Torgashinsky

ridge of the northern exposure belong to erosion-denudation formations by genesis and it directed towards the city, with a steep to moderate steepness.

The steep slopes are mostly man-made. The southern slopes of the exposition are rather steep (from moderate to steep and very steep) and they directed towards the Bazaiha valley. Landslide-scrree phenomena are developed on steep and very steep (more than 45°) slopes, vividly manifested in the area from Korcin log to Bazaiha village about 8 km long. Such slopes are gravitational. Outliers of limestone are found in abundance on them (some of them are prepared by bioherms).

The valley of the Bazaiha River has a trough-shaped floodplain with a width of 250-400 m and fragments of low terraces (I — 6–8 m high, II — 9–12 m high, III — 15-18 m high). The terraces are well defined at the mouth of the Maly Sinzhul creek, 3.5 km above the holiday village Marble quarry. Small irregular secondary meanders are observed within the floodplain. The slopes of the Bazaihi valley are asymmetrical. The northern ones are steeper and, as indicated above, are complicated by landslide-scrree phenomena. There are steep rocky areas, abundant remnants.

Since the Torgashinsky Range is composed mainly of Cambrian limestone and sometimes dolomite. Karst relief forms are widely manifested here. These include funnels that are located on the watershed, the remnants of the slopes (mostly southern exposure), arches, grottoes and entrances to the caves. The latter ones are underground karst forms.

The erosion relief is associated with small valleys draining the Torgashinsky ridge on the right bank. They are oriented across the Yenisei (northern slopes) and diagonally with respect to the Bazaiha River (southern slopes). The latter feature is explained by the presence of a primary meander in the Bazaiha River. They are located at the mouth of the Korkina Log, near the village of Mramorny kar'er and in the village of Bazaiha [33].

2.1.3 Climate

Radiation, circulation factors and the nature of the underlying surface mainly form the thermal regime of the studied area. The local conditions such as mesoi

microrelief, vegetation, soil, proximity to water bodies and land development also affect the thermal regime. The air temperature varies significantly at a distance of several kilometers, and sometimes hundreds of meters under their influence. The influence of orography on the temperature regime is most noticeable in winter, when the cloudy weather is established under the influence of the Siberian maximum for a long time. This contributes to the radiation cooling of the air. Powerful inversions are formed above the basins and contributed to the accumulation of cold air on their bottom [4].

The climate of Krasnoyarsk is sharply continental. Continentality is expressed by a large annual (38°C , by monthly mean values) and daily ($12\text{--}14^{\circ}\text{C}$) amplitude of air temperature fluctuations. The average annual air temperature in Krasnoyarsk is positive. It is $0.5\text{--}0.6^{\circ}\text{C}$. January has the lowest average temperature in the year. It ranges from -16.8 to -18.3°C . It is distributed throughout the city, depending on the terrain.

July is the hottest month in the year. The average daily temperature in July, on average, is above 15°C for 26 days. It is also above 20°C for 10 days. In addition, a steady transition of daily temperature for 20°C is also carried out in July. The decrease in air temperature begins in August. It goes over 0°C to negative values at the beginning of the last decade of October.

The coldest decade is the third decade of January. The warmest decades are the second and third decades of July. March temperatures rise most rapidly. In April, it is higher in the third decade than in the first one, by 6.4 and 5.9°C , respectively. The highest temperature value was in July (40°C), and the lowest temperature value was in January (-55°C) for the entire observation period. The average minimum temperature in January is $1.0\text{--}2.7^{\circ}\text{C}$ lower than the average minimum in February. The average maximum (day) temperature in February is higher than the daytime January temperature by $2.3\text{--}3.2^{\circ}\text{C}$ due to an increase in the length of the day and the height of the sun above the horizon. The air temperature at the beginning and at the end of the month is higher or lower than the average monthly temperature during the transitional seasons. The duration of periods with a change in the average daily

temperature is almost the same during its increase from 0 to 10°C in the spring and with its decrease from 10 to 0°C in the autumn. The number of days with temperatures below -20°C varying degrees of temperature is a characteristic of the air temperature [1].

The wind rose for the summer period (from June 1 to August 28) of 2014 in Krasnoyarsk is presented in Figure 2 [35]. The wind speed in one direction or another is depicted in color. Northeast winds are frequent during this period in Krasnoyarsk.

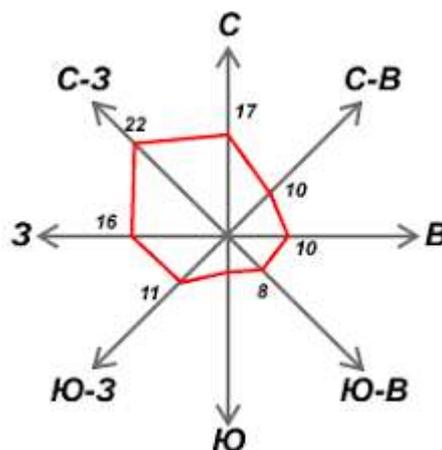


Figure 2 – Wind rose of Krasnoyarsk for the summer period of 2014 [35]

2.1.4 The ground- and surface water

Krasnoyarsk territory belongs to the water-provided territory of Russia. It should be noted that the central and southern regions, which are economically developed, have only a fifth of the territory's water resources. The part of the southern regions of the territory is arid. The total area of the Yenisei basin is 2.58 million sq. km. At the same time, it owns 78% of the area of Krasnoyarsk territory, including the Taimyr and Evenk municipal districts. The remaining areas belong to the basins of the Ob, the Lena, the Khatanga, the Pyasina and other smaller rivers.

Groundwater reserves are estimated at 10 cub.km/year and amount to 3% of the total Russian (300 cub. km). Groundwater is more protected from surface pollution, so their share in the drinking water supply increases. It's used in almost all the cities of the territory.

Water Pollution Index (WPI) is determined in Krasnoyarsk territory for 15 river targets: the Yenisei - 4 targets, the Angara - 2 targets, the Chulym - 2 targets, the Kan - 3 targets, the Kacha - 2 targets, the Krasnoyarsk reservoir - 2 targets. The water quality criteria are very clean, clean, moderately polluted, polluted, dirty, very dirty. The calculation of the WPI was performed for 6 ingredients. The surface water quality of most water bodies of the territory does not meet regulatory requirements. Wastewater from various types of production, agricultural and municipal enterprises and surface runoff are the main sources of pollutants [31].

Groundwater is associated with almost all genetic complexes of rocks in the area of Krasnoyarsk. They have the character of ground flow in loose Quaternary deposits, they form reservoir accumulations in weakly cemented deposits of Jurassic age and they are concentrated mainly in cracks of various genesis in dense rocks of Carboniferous, Devonian, Silurian-Ordovician, Cambrian ages and also in intrusive formations.

The groundwater of Quaternary deposits is enclosed in the alluvium of floodplains and terraces of the Yenisei, the Kacha, the Bazaikha and the Berezovka.

Groundwater is widely developed on the floodplain of the first and second terraces above the floodplain in the Yenisei valley.

Groundwater is usually referred to as calcium bicarbonate in terms of chemical composition and has a mineralization of 0.2-0.3 g/l. They belong to mild or moderately hard on hardness. However, the mineralization and chemical composition of water are somewhat different within the city. They often have elevated (up to 30 mg/l) chlorine content, nitrogenous compounds are present and mineralization rises to 0.8-1.0 g/l due to the water pollution.

Water regime is directly dependent on precipitation and the position of the water level in the Yenisei. The groundwater level reacts especially quickly to changes in the level of the Yenisei on the floodplain and the first terrace above the floodplain. The amplitude of groundwater level fluctuations reaches 6-8 m near the Yenisei, and it reaches 1.0-1.5 m at a distance of 2.0-2.5 km from the river [25].

2.1.5 Soil and vegetation cover

The nature of the vegetation cover of Krasnoyarsk is determined by the location of its territory near the border of the forest-steppe and taiga natural zones and anthropogenic impact. Also climate is the main factor contributing to the development of various types of vegetation, in particular, quantitative indicators of heat and moisture. Relief is a powerful transformer of all climatic factors, it determines the location of plant communities. A chemical composition of soil-forming rocks imposes a significant imprint on the patterns of distribution of vegetation.

Due to the expansion of secondary vegetation, synanthropization and degradation of vegetation in the city, urban vegetation is usually divided into cultivated (garden and park complexes, lawns) and spontaneous, which is represented by fragments of natural vegetation and synanthropic communities of ruderal plants.

The main types of natural vegetation of the city are forests, steppes, meadows, shrubs and water vegetation, marshes in accordance with the classification adopted for the southern part of Krasnoyarsk territory, Khakassia, Transbaikalia, northern forest-steppes of Central Siberia.

Thus, the nature of natural vegetation is determined by the position between the forest-steppe and mountain-taiga natural areas and anthropogenic impact within the city.

Natural forest vegetation is represented by the formations of pine and birch forests. Steppe vegetation is formed by meadow, true steppes and steppe petrophytic groups. Meadow vegetation is represented by formations of floodplain and dry meadows. Shrubs, water communities, swamps, as well as synanthropic vegetation patches complement the phytocenotic diversity of the urban environment significantly. It should be noted that as long as areas of natural vegetation are preserved in the city, one can talk about the preservation of certain zonal features by the urban flora [18].

2.2 Economic and geographical characteristics of the territory

2.2.1 A brief history of the city, population

Krasnoyarsk is one of the most important and ancient cities of the Russian Federation on Central and Eastern Siberia. Its territory spreads on the banks of the Yenisei, where the West Siberian Plain, the Central Siberian Plateau and the Sayan Mountains converge.

Krasnoyarsk was founded in 1628. The tract was inhabited by many centuries and originally belonged to the Yenisei Kyrgyz on its territory. The Russians have begun to explore this place since the beginning of the XVII century. Its original name is Novokachinsky burg. From the middle of the 17th century to the end of the city, it was called the Bolshoi burg.

The original name of the burg was associated with the location near the Kacha River, which is the left tributary of the Yenisei. Historians and chroniclers mentioned the term Krasny Yar from the middle of the seventeenth century. This name is associated with the place of construction of the settlement and can be translated as «a beautiful hill or coast». The phrase «Krasny Yar» was modified to the word Krasnoyarsk when obtaining the status of the city. In the XIX century, Krasnoyarsk was one of the main directions for political exile.

Krasnoyarsk was the largest city in Siberia during the Soviet government, An airfield was built here even before the war, buses and steam trams were launched. Krasnoyarsk became the center of evacuation for many industrial enterprises from the European part of the country during the Great Patriotic War.

The territory received city status due to a growing population in 1690. The main inhabitants at that time were military men with their families. Most of the courtyards belonged to the Cossacks. The population of the city was 850 people at the beginning of the XVIII century, and it was already 2500 after a couple of years.

The further growth of Krasnoyarsk was associated with the arrival of the Siberian Route in 1735, but despite this, the city's population still amounted to no more than 2,000 inhabitants by the end of the 18th century.

Large-scale population growth was caused in Krasnoyarsk by the advent of the railway and the discovery of gold deposits at the beginning of the 20th century.

The collapse of the Soviet Union and a series of economic difficulties led to a small depopulation in Krasnoyarsk in the 1980s – 1990s. However, this negative trend has been overcome since the end of the 20th century. Krasnoyarsk has become a million-plus city since 2012.

The birth of the million inhabitant of Krasnoyarsk was planned for the Soviet years. But the rapid collapse of the country led to a decrease in the population of 50 thousand people. The number of the inhabitants began to increase due to the influx of migrants and a decrease in the rate of depopulation at the beginning of the XXI century. According to the latest data, 1,080,000 people live in the city, and Krasnoyarsk is in 12th place in the list of the most populated cities in the country. Russians make up 92% of the population, 1% each - Tatars and Ukrainians, even less in the city are Armenians, Kyrgyz, Azeris, Tajiks, Uzbeks, Germans and Belarusians [32].

2.2.2 Functional zoning of the city

Functional zoning of the city is aimed at creating a comfortable environment and achieving an optimal balance of functional zones in relation to each other. A schematic map of the zonal functioning of the city is presented in Figure 3. The task of functional zoning of the territory of the city is to ensure the harmonious development of existing and construction of new capital construction facilities, as well as the transformation of the exploited and development of new production sites, based on social, economic, environmental and other factors to ensure sustainable development of the territory, that is, to ensure the urban growth facilities quality of life of the population, attracting investment in the development of engineering, transport and social infrastructure [17].

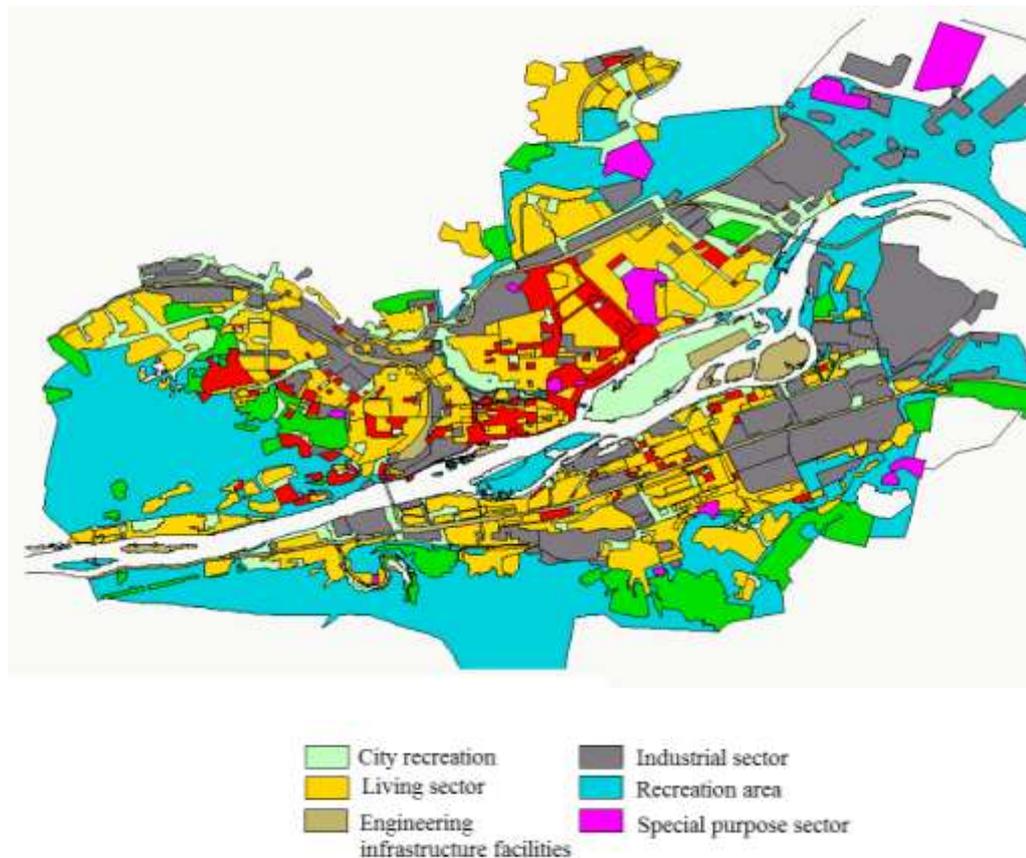


Figure 3 – Krasnoyarsk city planning zoning map

2.2.3 Branches of the specialization and industrial enterprises

Krasnoyarsk is a developed center of industry. The leading industries are non-ferrous metallurgy, mechanical engineering and metalworking, woodworking and the chemical industry.

A multi-sectoral structure has been formed in the city's economy, consisting of 12 main types of economic activity. The construction industry, the service industry, education and health care, the production of ideas and technologies, including in the social sphere, are developing more and more along with the region's traditional manufacturing sectors (metallurgy, energy, engineering), which allow the city to maintain leading position and develop its investment attractiveness.

Metallurgical enterprises of the city are KrAZ (one of the largest aluminum plants outside the Urals), and KrAMZ (a metallurgical industry processing enterprise that supplies rolled metal for export to European countries). Combine plant produces combines of local production are exported to China. The city built is one of the

largest waste recycling plants in Russia, designed to process ten thousand tons of garbage per day. There are also the waste sorting complexes.

The city's fuel and energy complex includes large thermal power stations (TPS): TPS-1, TPS-2, TPS-3, TPS-4. All of them are located in the right-bank part of the city with the exception of TPS-3 (TPS-4 - in the city of Sosnovoborsk of the Krasnoyarsk agglomeration). TPS-1 is located in the south-eastern part of the city, provides Leninsky, Kirovsky, part of the Sverdlovsk district, the village of Berezovka with heat; TPS-2 provides Central, parts of the Zheleznodorozhny and October districts; TPS-3 provides Soviet district. In addition to the thermal power plants, the district boilers produce heat. Gasification of the city is planned in a somewhat distant future [23].