

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
<b>Особенности геохимического состава почв в поймах реки Томь и её притоков</b>
УДК 551.435.122:550.4(282.256.141)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ01	Захаров Семён Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Осипова Нина Александровна	к.х.н., доцент		

#### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Анализ распределения химических элементов в пробах почвы поймы реки Томи »

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Барановская Наталья Владимировна	д.б.н., доцент		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович	к. т. н., доцент		

#### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Барановская Наталья Владимировна	д.б.н., доцент		

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

### **Планируемые результаты обучения по программе 05.04.06 «Экология и природопользование»**

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
<b>УК(У)-1</b>	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий
<b>УК(У)-2</b>	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
<b>УК(У)-3</b>	Способен организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели
<b>УК(У)-4</b>	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия
<b>УК(У)-5</b>	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
<b>УК(У)-6</b>	Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
<b>ОПК(У)-1</b>	Владеть знаниями о философских концепциях естествознания и основах методологии научного познания при изучении различных уровней организации материи, пространства и времени
<b>ОПК(У)-2</b>	Способность применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче географической информации и для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности
<b>ОПК(У)-3</b>	Способность к активному общению в научной, производственной и социально – общественной сферах деятельности
<b>ОПК(У)-4</b>	Способность свободно пользоваться государственным языком Российской Федерации и иностранным языком как средством делового общения
<b>ОПК(У)-5</b>	Способность к активной социальной мобильности
<b>ОПК(У)-6</b>	Владение методами оценки репрезентативного материала, объема выборок при проведении количественных исследований, статистическими методами сравнения полученных данных и определения закономерностей
<b>ОПК(У)-7</b>	Способность использовать углубленные знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, разработке и осуществлении социально значимых проектов и

	использовать на практике навыки и умения в организации научно – исследовательских и научно – производственных работ, в управлении научным коллективом
<b>ОПК(У)-8</b>	Готовность к самостоятельной научно – исследовательской работе и работе в научном коллективе, способность порождать новые идеи (креативность)
<b>ОПК(У)-9</b>	Готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
<b>ДОПК(У)-1</b>	Способностью использовать специальные и новые разделы экологии и геоэкологии и природопользования для решения научно – исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности
<b>Профессиональные компетенции</b>	
<b>ПК(У)-1</b>	Способностью формулировать проблемы, задачи и методы научного исследования, получать новые достоверные факты на основе наблюдений, опытов, научного анализа эмпирических данных, реферировать научные труды, составлять аналитические обзоры накопленных сведений в мировой науке и производственной деятельности, обобщать полученные результаты в контексте ранее накопленных в науке знаний и формулировать выводы и практические рекомендации на основе репрезентативных и оригинальных результатов исследований
<b>ПК(У)-2</b>	Способностью творчески использовать в научной и производственно – технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин программы магистратуры
<b>ПК(У)-3</b>	Владением основами проектирования, экспертно – аналитической деятельности и выполнения исследований с использованием современных подходов, и методов, аппаратуры и вычислительных комплексов
<b>ПК(У)-4</b>	Способностью использовать современные методы обработки и интерпретации экологической информации при проведении научных и производственных исследований
<b>ПК(У)-5</b>	Способностью разрабатывать типовые природоохранные мероприятия и проводить оценку воздействия планируемых сооружений или иных форм хозяйственной деятельности на окружающую среду
<b>ПК(У)-6</b>	Способностью диагностировать проблемы охраны природы, разрабатывать практические рекомендации по ее охране и обеспечению устойчивого развития
<b>ПК(У)-7</b>	Способностью использовать нормативные документы, регламентирующие организацию производственно – технологических экологических работ и методически грамотно разрабатывать план мероприятий по экологическому аудиту, контролю за соблюдением экологических требований, экологическому управлению производственными процессами
<b>ПК(У)-10</b>	Владением теоретическими знаниями и практическими навыками для педагогической работы в образовательных организациях, уметь грамотно осуществлять учебно – методическую деятельность по планированию экологического образования и образования для устойчивого развития

<b>ДПК(У)-1</b>	Способность анализировать работу природоохранных объектов, очистных и защитных сооружений организации с точки зрения соответствия требованиям нормативных правовых актов в области охраны окружающей среды
<b>ДПК(У)-2</b>	Способность контролировать состояние окружающей среды в районе расположения организации в соответствии с требованиями нормативных правовых актов в области охраны окружающей среды

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

Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование»  
 Уровень образования магистратура  
Отделение геологии  
**Период выполнения (весенний семестр 2021/2022)**

Форма предоставления работы:

Магистерская диссертация

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2022
--	------------

Дата контроля:	Название раздела (модуля) / вид работы исследования	Максимальный балл раздела
30.03.2022	Геоэкологическая характеристика территории г. Томска и его окрестностей	10
30.03.2022	Особенности аллювиальных почв	10
26.04.2022	Методика исследования	10
26.04.2022	Анализ распределения химических элементов в пробах почвы поймы реки Томь	10
3.05.2022	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
3.05.2022	Социальная ответственность	10

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Осипова Нина Александровна	к.х.н., доцент		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Барановская Наталья Владимировна	д.б.н., 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 школы (НОЦ) геологии

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Н.В.  
 Барановская  
 (Подпись)    (Дата)    (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

<b>Магистерской диссертации</b> (бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)
---

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ01	Захарову Семёну Владимировичу

Тема работы:

<b>Особенности геохимического состава почв в поймах реки Томь и её притоках</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	От 21.01.2022 № 21-44/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2022
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <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>	Материалы научно-исследовательской работы.
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <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>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Геоэкологическая характеристика территории г. Томска и его окрестностей;</li> <li>2. Особенности аллювиальных почв;</li> <li>3. Методика исследований;</li> <li>4. Анализ распределения химических элементов в пробах почвы поймы реки Томь;</li> <li>5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;</li> <li>6. Социальная ответственность.</li> </ol>

<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	<b>Рыжакина Татьяна Гавриловна</b>
<b>Социальная ответственность</b>	<b>Сечин Андрей Александрович</b>
<b>Английский язык</b>	<b>Щеголихина Юлия Викторовна</b>
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
<b>CHARACTERISTICS OF THE STUDY AREA</b>	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	<b>10.10.2022</b>
---	-------------------

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
доцент	Осипова Нина Александровна	к.х.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2ГМ01	Захаров Семён Владимирович		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ01	Захарову Семёну Владимировичу

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	05.04.06 Экология и природопользование

Тема ВКР:

<b>Особенности геохимического состава почв в поймах реки Томь и её притоках</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Объект исследования: почвы поймы р. Томь и её притоков Предметом исследований является Область применения: Оценка и анализ эколого-геохимической обстановки почв поймы р. Томь и её притоков. офис/лаборатория В ходе исследований проводится аналитическое определение содержания ртути ртутным анализатором РА-915 с пиролитической приставкой ПИРО-915+, также проводится анализ элементного состава проб путем ИНАА</p>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования; ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018) Федеральный закон "О специальной оценке условий труда" от 28.12.2013 N 426-ФЗ</p>
<p><b>2. Производственная безопасность:</b></p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p><b>Вредные факторы при проведении полевых работ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Отклонение показателей климата на открытом воздухе;</li> <li>- Тяжесть физического труда;</li> <li>- Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми.</li> </ul>



	<p><b>Вредные факторы при проведении лабораторных и камеральных работ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Отклонение показателей микроклимата в помещении;</li> <li>- Недостаточная освещенность рабочей зоны;</li> <li>- Повышенный уровень шума;</li> <li>- Повышенная запыленность рабочей зоны;</li> <li>- Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу.</li> </ul> <p><b>Опасные факторы при проведении полевых работ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов;</li> <li>- Пожаровзрывоопасность.</li> </ul> <p><b>Опасные факторы при проведении лабораторных и камеральных работ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Электрический ток;</li> <li>- Пожаровзрывоопасность</li> </ul>
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	В результате образуются отходы V класса опасности (мусор от уборки помещений и бумага)
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Возможные ЧС: пожар, замыкание электросетей Наиболее типичные ЧС: Возникновение пожаров в помещении

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	3.05.2022
--	-----------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович.	К.Т.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ01	Захаров Семён Владимирович		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ01	Захарову Семёну Владимировичу

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	05.04.06 Экология и природопользование

Тема ВКР:

<b>Особенности геохимического состава почв в поймах реки Томь и её притоках</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчет сметной стоимости выполняемых работ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы времени на выполнение операций, нормы расхода материалов, инструмента и др.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Страховые взносы 30%; Налог на добавочную стоимость (НДС) 20%
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
1. Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Технико-экономическое обоснование. Линейный график выполнения работ.
<b>2. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</b>	Расчет затрат на проведение научного исследования
Перечень графического (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. 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	к.э.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ01	Захаров Семён Владимирович		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа объемом 88 страниц машинописного текста, состоит из введения, 6 глав и заключения; работа проиллюстрирована 13 таблицами и 11 рисунками. Список используемой литературы и источников насчитывает 66 наименований.

Ключевые слова: геохимия почв, окружающая среда, пойма р. Томи, г. Томск.

Объектом исследований является почвы поймы р. Томь и её притоков

Предметом исследований является геохимический состав почвы р. Томь и её притоков.

Цель работы: определение геохимических особенностей для аллювиальных почв г. Томска

Область применения: полученные данные могут быть использованы в изучении промышленного загрязнения территории поймы г. Томска, а также для выявления особенностей геохимического состояния территории. Данные могут быть учтены правительством Томской области и г. Томска в разработке мероприятий по мониторингу промышленного загрязнения.

Также на основании полученных данных могут проводиться другие теоретические и практические исследования загрязнения урбанизированных территорий Томской области и других пойменных территорий.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ТПУ – Томский Политехнический Университет

ИШПР – Инженерная школа природных ресурсов

ОГ – Отделение геологии

ФЗ – Федеральный закон

СанПиН - санитарно-эпидемиологические правила и нормы

ГОСТ – Государственный стандарт

НДС – Налог на добавочную стоимость

НПБ – Нормы пожарной безопасности

СП – Свод правил

ЧС – Чрезвычайная ситуация

ССБТ – Система стандартов безопасности труда

ПК – Персональный компьютер

ПЭВМ – Персональная электронно-вычислительная машина

## Содержание

Введение .....	15
Глава 1 Геоэкологическая и физико-географическая характеристика территории г. Томска и его окрестностей.....	18
1.1 Физико-географическая характеристика территории г. Томска.....	18
1.2 Общая физико-географическая характеристика бассейна реки Томь ....	25
1.3 Физико-географическая характеристика рек.....	27
1.4 Геоэкологическая характеристика территории города Томск.....	28
Глава 2. Характеристики и типы аллювиальных почв .....	31
Глава 3. Методика исследований .....	37
3.1 Отбор проб, пробоподготовка .....	37
3.2 Характеристика инструментально нейтронно-активационного анализа (ИНАА) для определения концентраций химических веществ в почве .....	39
3.3 Характеристика атомно-абсорбционного метода для определения концентрации ртути в почве .....	39
3.4 Методика обработки данных .....	40
Глава 4. Анализ распределения химических элементов в пробах почвы поймы реки Томь.....	42
4.1 Элементный состав почв поймы реки Томь .....	42
4.2 Описательная статистика химических элементов в р. Ушайка и р. Малая Киргизка .....	46
4.3 Корреляционный и кластерный анализ.....	48
Глава 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	53
5.1 Техничко-экономическое обоснование работ .....	53
5.2 Расчет нормативной продолжительности выполнения работ.....	55
5.3 Расчет затрат на материалы .....	59
Глава 6. Социальная ответственность при исследовании геохимического состава почв поймы реки Томи .....	62
6.1 Правовые и организационные аспекты обеспечения безопасности .....	62

6.2 Производственная безопасность. Безопасность работы на персональных компьютерах в специализированном помещении .....	65
6.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований .....	66
6.2.2 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действий опасных и вредных факторов .....	68
6.3 Экологическая безопасность .....	75
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	77
Список использованной литературы и источников .....	81

## Введение

**Актуальность исследования.** Территории речных долин – природные ландшафты, которые характеризуются своими отличительными особенностями.

Пойменные, или аллювиальные почвы описаны в литературе как плодородные, богатые минеральными веществами, пригодные для выращивания урожая и выпаса скота. выделяющиеся своим природным плодородием и являющиеся ценнейшими сельскохозяйственными угодьями. Центральная пойма, как правило, наиболее контрастна, наиболее контрастно, а прирусловая и террасные части имеют менее выраженный характер [24].

Миграция вещества из прилегающих ландшафтов может происходить в растворенном виде, а также в виде твердого стока. Состав почв, по литературным данным, во многом определяется переносом компонентов водным путем, в меньшей степени-из атмосферы. Потоки вод рек-основной путь миграции элементов, обеспечивающих функционирование эрозионно-аккумулятивной деятельности [9].

Целью работы является установление уровня содержания химических элементов в почвах притоков реки Томи. Для изучения взаимосвязанных факторов река Томь и ее притоки (реки Киргизка и Ушайка) представляют прекрасные объекты. Во-первых, для всех характерно весеннее половодье, в результате которого часть прилегающей территории, в том числе сельскохозяйственных угодий, бывает затоплены длительное время, с апреля по конец мая. С другой стороны, особенность этих рек такова, что все они протекают как за городской чертой, так и в ее пределах, поэтому влияние антропогенного фактора не должно проявляться повсеместно.

**Объектом** исследований является почвы поймы р. Томь и её притоков

**Предметом** исследований является геохимический состав почвы р. Томь и её притоков.

**Цель работы:** определение геохимических особенностей для аллювиальных почв г. Томска

### **Задачи:**

- поиск и изучение научной и методической литературы по данной теме;
- охарактеризовать территорию г. Томска по данным гидрологических и почвенных характеристик;
- пробоотбор и подготовка проб почвы для лабораторных аналитических исследований;
- определение содержания ртути при использовании атомно-абсорбционного анализа методом пиролиза;
- статистическая обработка полученных аналитических данных;
- установить с характерные черты формирования, геохимические особенности аллювиальных почв г. Томска.

### **Научная новизна работы:**

- определены исторические вопросы классификации аллювиальных почв и проблем их изучения;
- определено содержание химических элементов, в частности ртути в почвах притоков р. Томи.

**Практическая значимость работы:** полученные данные могут быть использованы в изучении промышленного загрязнения территории поймы г. Томска, а также для выявления особенностей геохимического состояния территории. Данные могут быть учтены правительством Томской области и г. Томска в разработке мероприятий по мониторингу промышленного загрязнения.

Также на основании полученных данных могут проводиться другие теоретические и практические исследования загрязнения урбанизированных территорий Томской области и других пойменных территорий.

**Фактические материалы и методы исследования.** Материалы для анализа стали пробы почвы, отобранных поймы Томска.

Анализ содержания ртути выполнялся в лаборатории микроэлементного анализа в международном научно-образовательном центре «Урановая



геология» в Инженерной школе природных ресурсов ТПУ на ртутном анализаторе (РА-915М с приставкой ПИРО-915+).

Результаты лабораторных анализов проб обрабатывались в программах MicrosoftExcel, Word и Statistica.

**Апробация работы.** Основные тезисы диссертации докладывались на XXIV Международном научном симпозиуме студентов и молодых ученых им. академика М.А. Усова (г. Томск, 2019).

Объем и структура диссертации: работа состоит из введения, 7 глав, заключения, списка литературы, содержит 17 таблиц, 13 рисунков, приложение. Объем рукописи – 100 страниц машинописного текста.

Благодарности. Автор выражает благодарность научному руководителю, доценту, к. х. н., Осиповой Н.А., за консультации, проведение эксперимента, сопровождение всей деятельности по написанию ВКР, за помощь в пробоотборе, организацию экспедиций, за помощь в выполнении работы, в проведении исследований абсорбционного анализа методом пиролиза, научное руководство и отзывчивость.

Автор благодарен всем сотрудникам отделения геологии за возможность обучения, помощь и поддержку, ценные советы и рекомендации в ходе выполнения работы.

# Глава 1 Геоэкологическая и физико-географическая характеристика территории г. Томска и его окрестностей

## 1.1 Физико-географическая характеристика территории г. Томска

Томская область находится на юго-востоке Западно-Сибирской равнины в среднем течении реки Обь, площадь ее территории составляет 316,9 тыс. км<sup>2</sup>. Более 97 % территории области занимает Западно-Сибирская низменность (рис. 1).

Регион граничит с Тюменской, Новосибирской, Омской, Кемеровской областями, Ханты-Мансийским автономным округом и Красноярским краем.

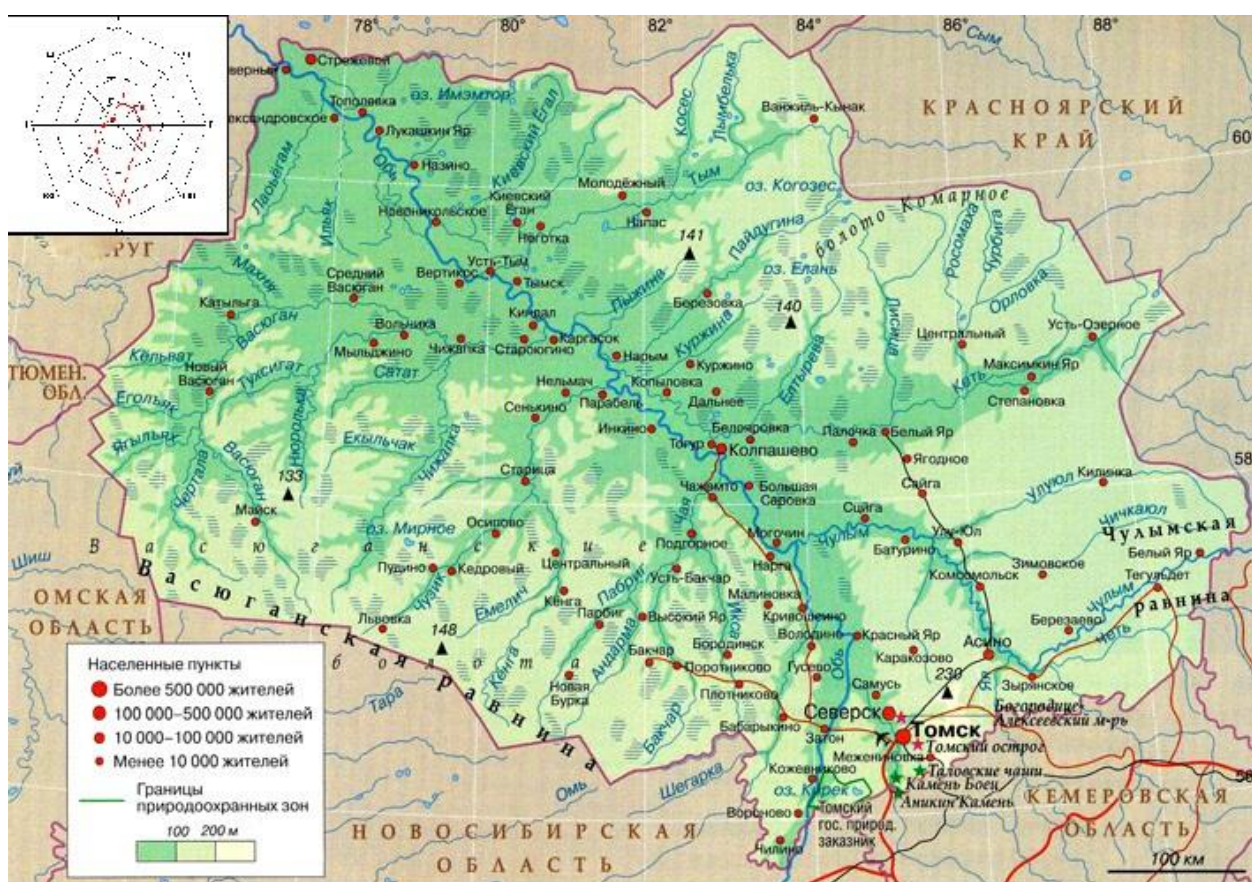


Рисунок 1 – Схема расположения Томской области на карте Сибири

Город Томск, расположенный в юго-восточной части области, на правом берегу р. Томь, является административным центром Томской области и одноименного района. Площадь города Томска составляет 294 км<sup>2</sup>. Численность населения города 596,5 тыс. чел. Административно городской округ разделена на 4 района: Кировский, Советский, Ленинский и Октябрьский.

Город Томск прилегает к Обь-Тымской низменности, которая протягивается с юга на северо-запад и в центральной части области. Абсолютные высоты ее колеблются от 40 до 100 м, поверхность низменности плоская, заболоченная [15].

На территории г. Томска в геоморфологическом отношении выделяются следующие типы и формы рельефа (рис.2): денудационно-аккумулятивный рельеф (водораздельная равнина ранне-среднелепистоценового возраста) и эрозионно-аккумулятивный рельеф (третья, вторая, первая надпойменные террасы и Главной водной артерией г. Томска и его окрестностей является река Томь с тремя правыми притоками: Большой Киргизкой, Ушайкой и Басандайкой [3].

Река Томь, протекающая по территории Томска с юга на север, делит город на 2 части. Водораздельная равнина правобережья имеет абсолютные отметки до 200 и более метров. Визуально она воспринимается как идеально ровная, но на геоморфологических картах показывается как полого-увалистая. Из форм мезо- и микрорельефа отмечается наличие суффозионных просядок и котловин. Для правобережной части характерны возвышения рельефа высотой 30–40 м (Воскресенская гора, Лагерный сад и др.) и обширное покрытие территории многочисленными притоками реки Томь.

Левый берег, географически примыкающий к Обь-Томскому междуречью, заметно ниже. Его отметки (на широте г. Томска) не превышают 150 м. Рельеф его равнинный, плоский и сильно заболоченный, а на поверхности II-ой и III-ей надпойменных террас, вследствие ветровой эрозии – ложбинно-рядовой. Левобережная часть – равнинное пойменное пространство с многочисленными озерами и старицами рек, и высокой бровкой Тимирязевского плато с сосновыми борами.

Флювиальный рельеф (гидрография) представлен долинами р. Томи и ее притоков. Главная артерия гидросети района – р. Томь имеет ширину до 400 метров. Ее долина шириной на уровне высокой поймы (1-ой надпойменной террасы 3-5 км) резко асимметрична. Ее правый берег, на отдельных участках

возвышается над руслом до 50 м, крутой вплоть до скальных отвесных утесов, тогда как левый берег, представленный тыловыми швами II-ой и III-ей террас, выражен плохо.

Склоны речной долины сложены серией надпойменных террас. Вопрос о количестве террас спорен. Непосредственно в г. Томске и его ближайших окрестностях выделяется низкая и высокая пойма и 5 надпойменных террас. Таким образом, высокая пойма – 1-ой надпойменной террасы, составляет основную часть дна современных долин, наиболее четко выражена II- терраса и хуже, но выражена с явным тыловым швом III-ей надпойменной террасы, на которой находится Белое озеро. Все террасы врезанные.

В результате обширной антропогенной деятельности рельеф территории выровнялся в связи с тем, что в процессе создания инфраструктуры была частично засыпана пойма 1-ая надпойменная терраса.

Исследуемая территория принадлежит к складчатому обрамлению Западно-Сибирской плиты и в то же время проявляет отдельные признаки типичной платформенной области, складчатый фундамент которой сложен породами палеозоя и протерозоя, а платформенный чехол – рыхлыми отложениями мезозоя-кайнозоя. Причиной этому является сильная пенепленизация этой территории к верхнемеловому времени с последующим вовлечением ее в общие с плитой эпейрогенические опускания (рис.3). Тектонически район г. Томска расположен на сочленении Колывань-Томской складчатой зоны и юго-восточной части Западно-Сибирской плиты.

Стратиграфически в пределах городской территории выделяются отложения палеозойской, меловой, палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем. Территория г. Томска и Томского района богата полезными ископаемыми, среди которых известны: горючие (бурый уголь, торф), металлические (железные руды, титан, полиметаллы, сурьма, золото, цирконий и др.), строительные материалы (известняк, песчано-гравийные смеси, песок, глины), агрохимическое сырье (торф), минеральная вода,



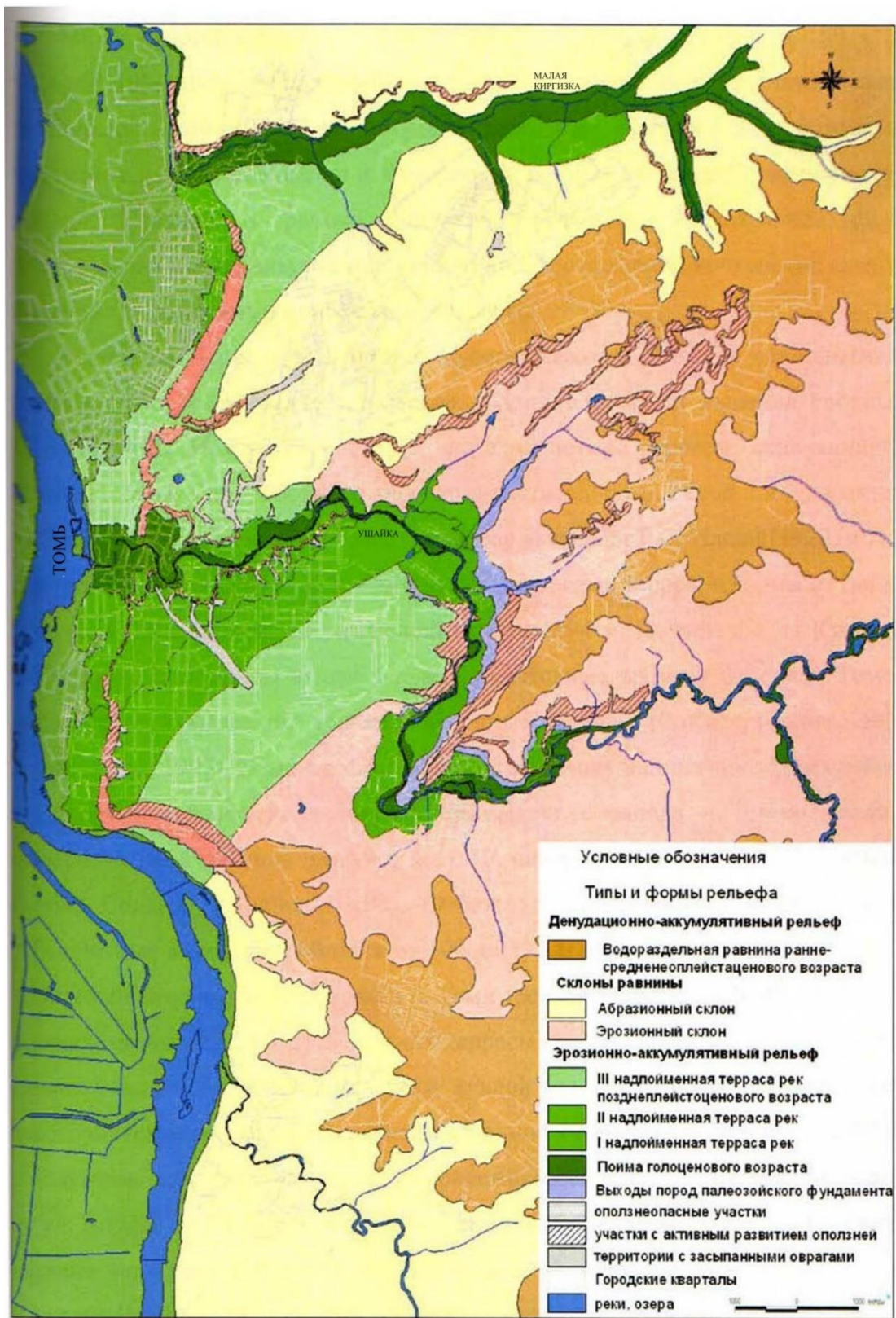


Рисунок 2 – Геоморфологическая карта-схема территории г. Томска [4]

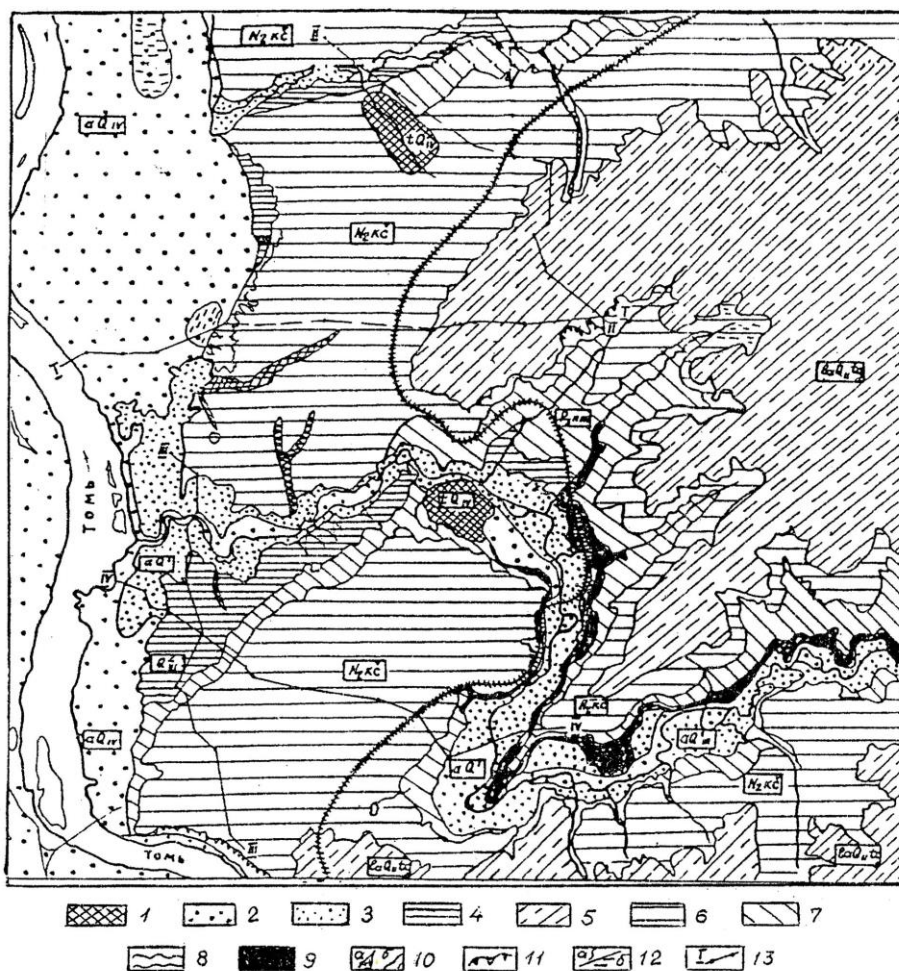


Рисунок 3 –Геологическое строение территории г. Томска [4]

лечебные грязи и др. Ряд месторождений эксплуатируется, часть находится в стадии разведки, другие законсервированы.

Климат Томской области – континентальный, определяемый ее географическим положением в умеренных широтах, такой климат как правило отличается значительной сезонной изменчивостью притока солнечной радиации, преобладанием северо-восточного переноса воздушных масс и юго-западных ветров, частой сменой циклонов и антициклонов. Средние годовые скорости ветра по области – 3–4 м/с. В долинах крупных рек (Обь, Томь) повторяемость скоростей ветра 4–7 м/с и составляет 28 %, что формирует более суровые зимние условия. С июня по август на всей Западно-Сибирской низменности преобладают ветры с северной составляющей.

Климат г. Томска континентальный с тёплым летом и холодной зимой, неравномерным увлажнением, довольно резким изменением погоды в



сравнительно короткие периоды времени, зависящим от сложной циркуляции воздушных масс над Западно-Сибирской низменностью. Для описания особенностей климата были взяты материалы наблюдений по Томской метеостанции за период в десять лет. Средние месячные температуры воздуха приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Среднемесячные температуры воздуха

<b>Месяц</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>t°С</b>	-19,2	-16,6	-10,2	-0,6	8,4	15,3	18,1
<b>Месяц</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>Год</b>	
<b>t°С</b>	15,3	9,2	0,6	-10,1	-17,3	-0,6	

Многолетняя средняя годовая температура воздуха рассматриваемого района отрицательная и равна минус 0,6 °С.

Годовой ход абсолютной влажности воздуха в общих чертах совпадает с годовым ходом температуры воздуха. Средняя годовая абсолютная влажность воздуха составляет 6,3 гПа. Самым «сухим» является май, когда средняя относительная влажность 60 %. Наибольших значений относительная влажность достигает с ноября по январь (77–82 %). Суточный ход относительной влажности зимой слабо выражен.

Годовое количество осадков – 450–590 мм, из них 66–78 % выпадает в жидком виде, а остальные – в твердом. Распределение осадков по территории и по сезонам года неравномерно. Основное количество осадков приходится на тёплую часть года. Летом значительное количество осадков связано с конвективной облачностью. В этом случае осадки интенсивны, но кратковременны и часто сопровождаются грозами. Среднемесячные количества осадков приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Среднемесячные количества осадков

<b>Месяц</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
--------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

<b>Слой, мм</b>	39	27	33	34	51	68	81	76	52
<b>Месяц</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>11-12</b>	<b>4-10</b>	<b>Год</b>			
<b>Слой, мм</b>	60	67	49	215	422	637			

Почвы. Почвенный покров окрестностей г. Томска представлен серыми лесными, подзолистыми, дерново-подзолистыми типами, в низменностях рельефа зачастую можно наблюдать процессы оглеения.

Зональными почвами района являются дерново-подзолистые супесчаные и песчаные, серые лесные в разной степени эродированные со значительными контурами темно-серых лесных, лугово-черноземных почв. Сложность геологического строения и рельефа правобережья р. Томи отражаются в распределении и сочетании в пространстве факторов и условий почвообразования и обуславливают сложность структуры почвенного покрова.

В пределах водораздельного пространства, третьей и четвертой надпойменных террас распространены серые лесные, светло-серые лесные (на повышенных участках) и темно-серые лесные почвы (в понижениях). В неглубоких лощинах и гривах водораздела, ориентированных в различных на-правлениях, создаются условия замедленного поверхностного стока, что приводит к частичному заболачиванию пониженных участков рельефа. Почвы слабо заболоченных территорий имеют различную степень оглеения. Встречаются вытянутые заболоченные понижения, нередко заполненные маломощными торфяниками (болотные почвы).

На второй надпойменной террасе преобладают дерново-подзолистые почвы легкого гранулометрического состава. На первой надпойменной террасе доминируют серые лесные глеевые, а так же луговые, лугово-черноземные и лугово-болотные почвы. При избыточном увлажнении, вызванном скоплением поверхностных вод или близким залеганием грунтовых вод, развиваются болотно-подзолистые почвы.



Пойма р. Томи представлена аллювиально-дерновыми почвами. Почвы пойм малых рек – аллювиально-болотные.

В границах г. Томска естественные почвы практически не встречаются. Городские почвы до определенной степени наследуют свойства зональных почв и горных пород. Большая часть городской территории представляет собой асфальтированные и застроенные участки, а на оставшихся открытых местах преимущественно развиты антропогенные модификации почв (техногенно-измененные почвы), которые формировались в основном в процессе хозяйственного освоения участков земли, а также рекультивация тех или иных объектов [3].

## **1.2 Общая физико-географическая характеристика бассейна реки Томь**

Река Томь является правым притоком реки Оби. Она берет начало на западном склоне Абаканского хребта и течет вначале на запад, до г. Новокузнецк, а потом на северо-запад. Впадает в р. Обь на 2654 км двумя рукавами. Длина правого рукава 10 км, а левого-5 км. Устьем реки считается место впадения правого рукава. Координаты истоков  $53^{\circ} 40$  с. ш. и  $89^{\circ} 45$  в. д., координаты устья  $56^{\circ} 54$  с. ш. и  $84^{\circ} 28$  в. д. Длина р. Томи 839 км, площадь водосбора 61 240 км<sup>3</sup>. Водосбор в общем вытянут с юга на север (рис.4).

Важной особенностью географического положения бассейна Томи является то, что он находится в глубине огромной части суши, вблизи центра материка Евразия, на стыке Западной и Восточной Сибири, значительно удален от морей и океанов, что определяет степень континентальности его климата. Расстояние до ближайшего холодного Карского моря почти 2000 км, до ближайшего теплого Черного моря – более 4500 км. Пограничное положение бассейна является одной из существенных причин большого разнообразия природных условий региона.

Огромные запасы минеральных ресурсов и самая высокая за Уралом плотность населения (30 человек на 1 кв. км), 85% которого сосредоточено в городской местности предопределили существенное антропогенное влияние на природную среду бассейна Томи, в том числе на флору и растительность.

В пределах бассейна находятся крупные города с численностью населения свыше 100 тыс. жителей (Томск, Юрга, Кемерово, Новокузнецк, Прокопьевск, Киселевск, Ленинск-Кузнецкий, Междуреченск). Большая часть расположена в пределах Кемеровской области. Устье р. Томи находится в Томской области, незначительная часть в Новосибирской области. Истоки бассейна расположены в пределах Республики Хакасия (рис.5).



Рисунок 4 – Географическое положение реки Томь

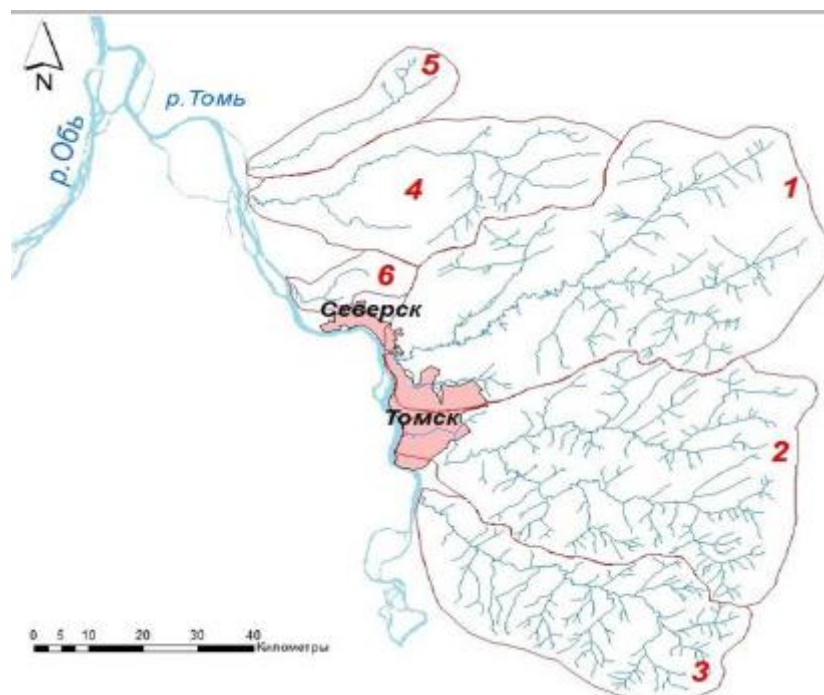


Рисунок 5 - Схема расположения бассейна реки Томи и притоков (1 - бассейн р.Киргизка; 2 - бассейн р.Ушайка; 3 - бассейн р.Басандайка)

### 1.3 Физико-географическая характеристика рек

Река Ушайка. Бассейн реки Ушайки расположен на юго-востоке Томской области.

Область в географическом плане находится в срединной части Евразийского материка, приурочена к юго-востоку Западно-Сибирской равнины протяженностью: с юга на север от  $55^{\circ}30'$  с. ш. до  $61^{\circ}$  с. ш., а с запада на восток от  $75^{\circ}30'$  в. д. до  $89^{\circ}$  в. д.

Река Ушайка берет начало на Томь-Яйском междуречье на высоте 242 м, в 10 км к востоку от с. Межениновка Томской области, впадает в Томь с правого берега на 68 км от устья. Длина реки составляет 78 км. Река Большая Ушайка на протяжении последних 22,7 км протекает по территории г. Томска. Протяженность р. Малая Ушайка в городской черте – 4,6 км. Площадь бассейна реки – 744 км<sup>2</sup>. Средний уклон водотока 2,65 %. Продольный профиль реки имеет ступенчатый характер, уклон изменяется от 2 до 3,5%.

Река Басандайка находится в Томской области и является правым притоком реки Томи. Длина реки 78 км, площадь бассейна составляет 409 км<sup>2</sup>, а площадь водосбора до створа 402 км<sup>2</sup> [5]. Река Басандайка впадает в Томь в 5 км выше города Томска в районе поселка Аникино. Основными притоками правой части являются: р. Песчаная, р. Таловка; притоками левой части: р. Берёзовая, р. Светленькая, р. Ломовая, р. Черёмуховая, р. Согра, р. Такова, р. Лесная, р. Клюквенная, р. Нефедовка, р. Васильевка и р. Арламовка. Вблизи реки Басандайка расположены следующие населенные пункты: Ключи, Писарево, Просёкино, Лучаново, Ипатово, Лоскутово, Некрасово, Богашёво, Аксёново, Вороново, Белоусово, Петухово, Сухарево, Заречный, Басандайка. В долине реки находятся несколько кедровников: Аксеновский, Белоусовский, Богашевский, Вороновский, Лоскутовский, Некрасовский, Петуховский, а также Басандайский лесопарк и пойменный смешанный лес у о. п. Каштак (рис.6).



Рисунок 6- Река Басандайка и её водосбор

Малая Киргизка — река в Томском районе и г. Томске, левый приток реки Большая Киргизка. Левые притоки: руч. Торговый, руч. Северный, руч. Садовый, длиной около 2 км, текущих с юга от ул. Иркутский Тракт. Длина реки составляет 16 км. Населённые пункты: Киргизка, Томск.

Малая Киргизка протекает в северной части Томска, отделяя от его основной застройки микрорайоны Сосновый бор и посёлок Свечной. В Большую Киргизку Малая впадает в 1,5 км от устья Большой, в районе развязки перед Северным (новым) мостом через Томь.

#### 1.4 Геоэкологическая характеристика территории города Томск

Основными источниками антропогенного загрязнения компонентов окружающей среды на территории города Томска являются различные промышленные предприятия и транспорт.

В Томске представлены предприятия множества отраслей промышленности : топливно-энергетическая промышленность; химическая и нефтехимическая промышленность; машино-, приборостроение, металлообработка; электротехническая промышленность; медицинская и фармацевтическая промышленность; пищевая промышленность; лесная, деревообрабатывающая промышленность; промышленность строительных материалов; легкая промышленность.

Особым фактором в оценке воздействия промышленности на экологию города является то, что в годы Великой отечественной войны много московские промышленные предприятия были вывезены в Томск, размещены здесь и функционируют уже около 80 лет. Это привело к тому, что абсолютное большинство промышленных предприятий Томска окружены плотной городской застройкой (ГРЭС-2, ОАО «Манотомь», ОАО «Томский электроламповый завод», ОАО «Сибэлектромотор», ЗАО «Карьероуправление», ЗАО «Томский завод строительных материалов и изделий»). К предприятиям машиностроения и металлообработки относится (ОАО «Сибэлектромотор». ОАО «Томский инструмент» ныне расположен за городом. ОАО «Томский электромеханический завод» продолжает функционировать на пр. Ленина., Также известны своей продукцией ОАО «Манотомь», ЗАО «Сибкабель», заводы – Приборный, Радиотехнический, ОАО «Томский электроламповый завод»).

Предприятия топливно-энергетического комплекса (Томская ГРЭС-2, ТЭЦ-3) традиционно решают проблемы города в обеспечении энергией. Химические предприятия (ООО «Томскнефтехим», ООО «Томский завод резиновой обуви»); фармацевтические (ОАО «Фармстандарт-Томскхимфарм», НПО «Вирион»)- визитная карточка города, и в тоже время источник выброса специфических веществ, связанных с продукцией этих предприятий. Деревообрабатывающие (карандашная, спичечная, мебельные фабрики); производства стройматериалов (ООО «Континенть», ООО «Керамзит-Т», ЗАО «Карьероуправление» и др.), к сожалению, также являются источником пылевого загрязнения воздуха мелкой древесной стружкой. Пищевую промышленность в Томске представляют мясной, мельничный комбинаты, молочный и дрожжевой заводы, кондитерская фабрика, ОАО «РолТом» и др). Такое разнообразие источников загрязнения усугубляется еще и тем фактором что, как ранее указано, большинство этих предприятий окружены жилой застройкой. Санитарно-жилые зоны этих

предприятий перекрываются, это затрудняет соблюдение законодательства, которое регулирует расположение и площадь санитарно-защитных зон.

Результатом деятельности промышленных предприятий, транспортного комплекса и коммунального хозяйства является загрязнение атмосферы, гидросферы, почвы и других компонентов природной среды.

На территории города располагаются 4155 стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, из них 3563 организованных. Валовые выбросы в атмосферу города в 2020 году составили 27,9 тыс. т. Сильно загрязненный воздух отмечается на территории комплекса заводов «Нефтехим и «Сибур», однако очаги загрязнения находятся в пределах санитарно-защитной зоны и не оказывают прямого влияния на атмосферный воздух центральной части города.

К неблагоприятным и особо неблагоприятным районам относятся Советский район, буферная зона между основным городом и ТНХК, северный, северо-восточный промышленные узлы и район ТНХК .

Наиболее крупный источник загрязнения атмосферного воздуха и других компонентов природной среды – Томская ГРЭС-2, расположена в Советском районе города (предприятие 2-го класса опасности). Кроме того, в городе располагаются порядка 90 котельных, принадлежащих, главным образом, промышленным предприятиям.

## Глава 2. Характеристики и типы аллювиальных почв

Аллювиальные почвы формируются в условиях регулярного затопления паводковыми водами и отложения на поверхности почв свежих слоев аллювия.

По характеру водного режима и связанных с ним процессов обмена между почвой и растительностью можно выделить следующие виды аллювиальных почв : дерновые почвы; темногумусные; луговые; болотные; торфяно-глеевые; перегнойно-глеевые, гумусово-глеевые, гумусово-криптоглеевые, слитые, гумусово-криптоглеевые, мергелистые, гумусово-глеевые рудяковые [12]. Определение вида почв выходит за рамки настоящей работы, однако известно, что богатый компонентный состав почв в существенной степени зависит от вида почв.

### 1. Аллювиальные дерновые почвы.

Формируются в степной, лесостепной и лесной зонах в прирусловой, высокой и центральной поймах, в регионах с преимущественно карбонатными породами. Развиваются под луговыми и лесными ассоциациями. Во внепаводковый период капиллярная кайма ниже почвенного профиля. Оглеение в почвах отсутствует. Содержание гумуса в горизонте А1 колеблется в широких пределах от 1,5 до 9,0%. В профиле выделяются горизонты:

Ад – А1 – В – С – Д

Для почв характерна высокая аэрация и водопроницаемость.

В типе выделяются три подтипа:

- примитивные
- слаборазвитые;
- обычные [16].

### 2. Аллювиальные луговые почвы

Формируются на повышениях центральной поймы, в основном в степной и лесостепной зонах под луговыми и кустарниковыми ассоциациями. В лесной зоне встречаются в местах широкого распространения карбонатных пород. Гумусовый горизонт содержит значительное количество принесенного

с аллювием гумуса и имеет признаки оглеения. Ясное оглеение присутствует в верхней или в нижней части профиля.

Разделение на подтипы, роды, виды и характеристика каждого из них аналогичны типу аллювиальных дерновых почв [16].

### 3. Аллювиальные болотные почвы

Формируются в понижениях на центральной и притеррасной пойме, под травянистой или древесно-кустарниковой растительностью в условиях избыточного поверхностного и грунтового увлажнения. В типе выделяется несколько подтипов.

Делятся на следующие подтипы:

- Аллювиальные лугово-болотные (переходные между луговыми и болотными почвами пойм. Характеризуются длительным поверхностным грунтовым увлажнением. Грунтовые воды не опускаются глубже метра. В профиле выделяются одернованный гумусовый оглеенный горизонт, переходный гумусированный оглеенный и минеральные глеевые горизонты. В годы с малыми паводками могут пересыхать и засоляться);

- Аллювиальные болотные торфянистые (Торфяные горизонты почв этого типа не превышают 50 см. До глубины 15-20 см обогащены живыми корнями, содержат пятна и примазки гидроокиси железа. Торфяная масса заилена. Под торфом – сильно оглеенная сизая или голубоватого цвета порода разного механического состава. В верхней части порода прокрашена гумусом);

- Аллювиальные болотные торфяные (почвы подтипа полностью состоят из торфяной массы, в которой выделяется несколько подгоризонтов по степени заиления или ботаническому составу торфа. Торфяные горизонты мощностью более 50 см залегают на торфопороде различной мощности; торфопорода – на оглеенных минеральных породах различного механического состава, а иногда на водонасыщенных песках. Торфяные горизонты этих почв, как правило, высокозольны (иногда более 30%));



- Аллювиальные болотные перегнойные (Формируются в понижениях притеррасной поймы, в основном в сильно расчлененных долинах рек лесной и лесостепной зон, при просыхании аллювиальных болотных глеевых почв и длительном развитии, и разложении на них богатой крупно травянистой растительности и кустарников. Мелиорация почв сложна из-за наличия нескольких источников увлажнения. Почвы формируются обычно узкими длинными контурами вдоль течения реки или по дну старых речных русел);

- Аллювиальные болотные иловатые (Формируются главным образом в сильно расчлененных долинах рек лесной и лесостепной зон, часто под зарослями черной ольхи или между крупными кочками с черной ольхой, где длительно, почти постоянно, стоит вода) [16].

Знание геохимических особенностей почв, содержание в них тяжелых металлов, биогенных элементов, макрокомпонентов, необходимо для выяснения проблемы влияния качества почв на биологические системы. В изучении этой проблемы особая роль принадлежит аллювиальным почвам. Под аллювиальными или пойменными почвами принято понимать почвы, ежегодно затопляемые в период половодья [1,2]. Изменение состава этих почв в результате действия таких внешних условий как подтопление, ведет к двум взаимосвязанным явлениям. С одной стороны, почвы обогащаются за счет привноса элементов, содержащихся в речной воде. С другой стороны, по данным [3], миграция элементов за пределы почвенного профиля сдерживается за счет геохимического барьера. Привнос элементов может быть как полезным для повышения их плодородия, так и губительным, если это загрязненные паводковые воды.

Почвы пойм характеризуются значительной неоднородностью. Гидрологические условия почвообразования, а именно, температурный режим, влажность, климатические особенности приводят к тому, что почв пойм очень неоднородны. Более того, окислительно-восстановительное состояние почв может меняться в пределах одной поймы, но на разных этапах протекания реки. Изменение водно-воздушного режима, влажности, рельефа

местности очень сильно влияют на их окислительно-восстановительный потенциал. Нельзя забывать, что почва — это сложная гетерогенная многофазная среда. Вещества, присутствующие в ней, обычно представлены труднорастворимыми соединениями. [10]. Иными словами, выяснение элементного состава почв может быть недостаточным для понимания их функций, так как характеристика почв невозможна без понимания форма нахождения элементов в почвах. В природных условиях, при свободном доступе кислорода, может проявляться явление оксидогенеза. Анализ форм и интенсивности проявления этого явления выполнено для таежно-лесных почв России.

Рассмотрим в качестве примера железо, типоморфный элемент почв таежно-лесной зоны. Гидроксид железа способен адсорбировать и, следовательно, накапливать тяжелые металлы в почве. Также установлена тесная корреляционная связь между содержанием железа и марганца. Этот факт активно используется для выявления загрязнения почв тяжелыми металлами [2].

Большое число публикаций посвящено изучению взаимосвязи состава речных отложений и почв. На это влияют геохимические и геологические факторы. Среди геологических — это выходы коренных горных пород, характер их эрозии, состав породообразующих минералов. Химические элементы выносятся из пород к районам близко прилегающих к поймам надпойменных террас и коренных, причём при большой протяжённости рек может выноситься и в другие природные районы.

Состав речных вод является индикатором техногенных процессов в долине и на водоразделах и влияет на геохимическое состояние среды и ее экосистем. Виды и объемы изменений химического состава речных вод определяются, прежде всего, характером источника загрязнения [5].

На поступление тяжёлых металлов в почвы пойм также оказывает степень антропогенной нагрузки на водосборную территорию.

Миграция элементов в речной долине происходит в тесной взаимосвязи компонентов системы: речные воды – осадки – аллювиальные почвы – растения. Интенсивность миграции определяется такими параметрами, как водный режим, реакция среды, содержание в почвенном растворе подвижных веществ, аэрация и окислительно-восстановительный потенциал, гранулометрический состав и характер его изменения по профилю [2].

Аккумуляция тяжёлых металлов в почвах пойм происходит при повышении содержания стабильного органического вещества, увеличении концентрации почвенного раствора и содержания ила. В качестве геохимических факторов выступают – pH- и Eh-условия, процессы образования марганцевых и железистых оксидов, и адсорбция ими микроэлементов, осаждение металлов с  $\text{CaCO}_3$  в местах развития известняков. Отмечено также, что на повышенное содержание Zn и Mn оказывает влияние мобилизация этих элементов при низких значениях Eh в болотных почвах водосборных территорий [15].

Распределение микроэлементов по генетическому профилю аллювиальных почв довольно разнообразно. В почвах с однородным гранулометрическим составом отмечается сравнительно равномерное распределение тяжёлых металлов по профилю, тогда как в почвах с явным влиянием биогенной и гидрогенной аккумуляции в разных горизонтах отчетливо выражены значительные колебания содержания данных элементов.

В отличие от почв водораздельных территорий, накопление вещества в нижних горизонтах профиля аллювиальных почв происходит за счет гидрогенной аккумуляции из грунтовых вод. Накопление тяжёлых металлов зависит от геоморфологического положения почвы в пойме реки. Наименьшим содержанием характеризуются слаборазвитые почвы прирусловья и почвы надпойменных песчаных террас [3].

Наибольшее содержание меди, цинка, марганца наблюдается в иловато-болотных почвах, что объясняется, главным образом, привносом элементов с прилегающих территорий.

Аллювиальные почвы характеризуются рядом особенностей концентрации: для железа, марганца, бария, ванадия, характерен биогенно-аккумулятивный тип распределения в почвах приустьевой и центральной частей поймы. В аллювиальных дерновых глеевых почвах, переходных от центральной к притеррасной части поймы, изученные элементы распределяются по гидрогенно-аккумулятивному типу (что характерно для пойм Оби и Томи).

Таким образом, аллювиальные почвы имеют сложный генезис. В процессе формирования их профиля проявляется комплекс почвообразовательных процессов, в том числе, связанных с трансформацией соединений железа: оглеение, оруденение, ожелезнение, накопление подвижных форм гидроксидов, конкрециеобразование и др.

В последние годы в литературе активно рассматривается роль органического углерода в почвах. Это связано и с возрастающим количеством диоксида углерода в атмосфере, специфичностью взаимодействия органического углерода с компонентами почвами. В том и другом случае необходимо выяснение корреляционных зависимостей между содержанием органического углерода, физико-химическими характеристиками почв, содержанием отдельных компонентов.

Что касается аллювиальных почв бассейна реки Томи, то имеются следующие литературные данные. В целом почвы пойм бассейна р. Томи характеризуются высоким содержанием фульвокислот (до 40% от общего содержания гумуса), имеют кислую и слабокислую реакцию среды, которая способствует усилению темпов миграции микроэлементов группы железа: Mn, Zn, Co, Cu. При этом отмечено формирование мощного сорбционного геохимического барьера, препятствующего миграции элементов за пределы почвенного профиля [23].

## Глава 3. Методика исследований

### 3.1 Отбор проб, пробоподготовка

В ходе научно-исследовательской работы было отобрано 18 проб почв взятых с берегов рек Томь, Малая Киргизка, Ушайка. Требования по отбору проб почв регламентируются нормативными документами, а также методическими рекомендациями и требованиями к геолого-экологическим исследованиям и картографированию. При отборе проб почв ведется дневник, в котором записывается направление ветра, ландшафтно-морфологические особенности территории, мощность источников выбросов, особенности городской застройки. Далее необходимо собрать данные ранее проведенных исследований почв, а также тщательно изучить требования по отбору проб почв.

Сначала почва очищается от дернового слоя специальной лопаткой. Пробы почв (18 проб) отбирались в сентябре 2019 г. в ходе экспедиции вдоль русел притоков Томи (р.Киргизка и р.Ушайка) и в сентябре 2018 г. вдоль р.Томи (левый берег от Коммунального моста вниз по течению реки). Использовался точечный метод, или метод конверта. Такой интервал проб выбран потому, что в данном слое происходит максимальное накопление продуктов техногенеза. Отобранные пробы почв фиксировались в журнале с указанием: порядкового номера, места отбора проб, даты отбора, описание почв. Пробы упаковывались в полиэтиленовые мешочки, завязывались, нумеровались. Образцы почв имеют массу не менее 1 кг.

Места отбора проб захватывали как урбанизированную территорию, так и лесную и луговую прибрежные зоны за пределами городской черты. Маршрут экспедиции пролегал по направлению к городу, крайними точками пробоотбора были пос. Кузовлево (р. Киргизка) и Михайловская роща (р.Ушайка). пробы были отобраны с интервалом 500-700 м в поверхностном слое, на глубине 3-10 см, просушены, освобождены от крупных инородных частиц и подготовлены к анализу в полном соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-2017. Для отбора проб был организован ряд экспедиций, включающих не

только отбор проб, но и изучение условий протекания рек, фиксирование следов хозяйственной деятельности, картографирование местности, и т.д.

Подготовка проб к аналитическим исследованиям включала несколько этапов: пробы просушивались при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния, удалялись включения (камни, стекло и др.).

Подготовка проб почвы к анализам складывается из нескольких последовательно протекающих этапов: предварительное подсушивание почвы, удаление любых включений, почву растирают и просеивают через сито с диаметром отверстий 1 мм. Дальнейшие операции проводят в соответствии со схемой обработки почв (рис. 7).

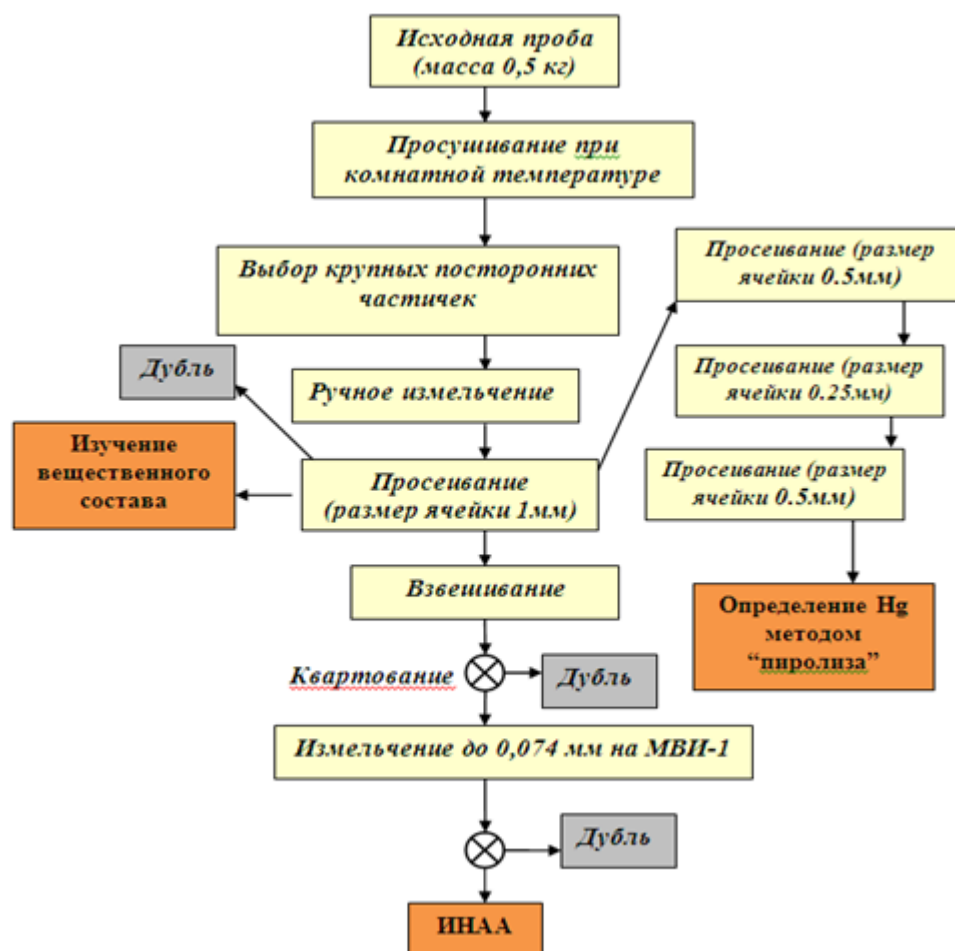


Рисунок 7 – Схема обработки и изучения проб почв: ИНАА-инструментальный нейтронно-активационный анализ

Анализы проводились на базе аналитических лабораторий Томского политехнического университета, на кафедре геоэкологии и геохимии.

### **3.2 Характеристика инструментально нейтронно-активационного анализа (ИНАА) для определения концентраций химических веществ в почве**

Анализ производится на 28 химических элементов (Ca, Na, Fe, As, Cr, Co, Sb, Br, Ba, Rb, Cs, Sr, Hf, Ta, Sc, Tb, Sm, Eu, La, Ce, Yb, Lu, U, Th, Au, Ag) выполнен согласно инструкции НСАМ ВИМС № 410-ЯФ с облучением тепловыми нейтронами на исследовательском реакторе ИРТ-Т НИИ ядерной физики при Томском политехническом университете, аналитики А.Ф.Судыко, Л.В. Богутская. Плотность потока тепловых нейтронов в канале облучения составляла  $2 \cdot 10^{13}$  нейтр./ $(\text{см}^2 \cdot \text{с})$ . Продолжительность облучения проб 20 часов. Измерение производилось на многоканальном анализаторе импульсов АМА 02Ф с полупроводниковым Ge-Li детектором ДГДК-63А.

Данный метод основан на регистрации излучения радиоактивных нуклидов, образующихся при облучении исследуемых проб потоком нейтронов. Одновременно с исследуемыми пробами в тех же условиях облучались и стандартные образцы. Определение содержаний химических элементов производилось путём сравнения интенсивностей излучения проб и стандартных образцов в выбранных энергетических интервалах спектрометра. После окончания облучения пробы выдерживались некоторое время и после спада наведенной активности направлялись на анализ.

### **3.3 Характеристика атомно-абсорбционного метода для определения концентрации ртути в почве**

Атомно-абсорбционный анализ — метод, основанный на селективном поглощении (абсорбции) электромагнитного излучения определенной длины волны свободными от всех молекулярных связей нейтральными атомами определяемого элемента.

Атомно-абсорбционная спектрометрия — техника определения концентрации элемента в испытуемом образце путем измерения поглощения электромагнитного излучения атомным паром элемента испытуемого образца. Испытание проводят при длине волны одной из линий поглощения (резонансных линий) определяемого элемента. Количество поглощенного

излучения, в соответствии с законом Бугера-Ламберта-Бера, пропорционально концентрации элемента.

Определение ртути в почвах произведено с помощью атомно-абсорбционного метода «пиролиза» на базе учебно-научной лаборатории электронно-оптической диагностики Международного инновационного образовательного центра (МИНОЦ) «Урановая геология» отделения геологии Инженерной школы природных ресурсов (Н. А. Осипова). Перед измерениями пробы почв просеивали через сита размером 0,04 мм, 0,1 мм, 0,25 мм, 0,5 мм для исследования содержания ртути во фракциях разных размеров. Также анализировали непросеянные пробы почв. Вес исследуемой пробы составлял 0,2-0,5 мг. С помощью анализатора ртути РА-951+ (рис. 2.6) была измерена концентрация ртути в 18 пробах почв.



Рисунок 8 – Анализатор ртути РА-951+

### **3.4 Методика обработки данных**

Обобщение результатов аналитических исследований, и обработка полученных данных проводилась на персональных компьютерах, с использованием таких программ как: «STATISTICA» и «Microsoft Office Excel».

В первую очередь был проведен расчет числовых характеристик содержания химических веществ в пробах в программе STATISTICA.



Из параметров описательной статистики для выборки по изучаемому объекту выбраны и посчитаны такие числовые характеристики, как: среднее арифметическое, максимальные и минимальные значения, медиана, стандартное отклонение, коэффициент вариации, эксцесс, асимметрия и их стандартные ошибки. Проведены тесты на проверку нормального закона распределения.

## **Глава 4. Анализ распределения химических элементов в пробах почвы поймы реки Томь**

### **4.1 Элементный состав почв поймы реки Томь**

Для изучения взаимосвязанных факторов река Томь и ее притоки (реки Киргизка и Ушайка) представляют прекрасные объекты. Во-первых, для всех характерно весеннее половодье, в результате которого часть прилегающей территории, в том числе сельскохозяйственных угодий, бывает затоплена длительное время, с апреля по конец мая. С другой стороны, особенность этих рек такова, что все они протекают как за городской чертой, так и в ее пределах, поэтому влияние антропогенного фактора не должно проявляться повсеместно.

Наиболее сильно техногенное воздействие на природную среду и население проявляется в крупных промышленных городах, которые по интенсивности и площади аномалий загрязняющих веществ представляют собой техногенные и биогеохимические провинции.

В спектре загрязняющих веществ городской среды химические элементы занимают значительное место, поскольку, не подвергаясь существенной физико-химической и биологической деградации, они накапливаются в поверхностном слое почв, в течение длительного времени остаются доступными для корневого поглощения растениями и активно включаются в процессы миграции по трофическим путям.

Химические элементы при избыточном попадании в объекты окружающей среды ведут себя как токсиканты и экотоксиканты. При этом к токсикантам относятся элементы и соединения, оказывающие вредное воздействие на отдельный организм или группу организмов, а экотоксикантами являются элементы или соединения, негативным образом воздействующие не только на отдельные организмы, но и на экосистему в целом. К ряду тяжелых металлов относятся такие токсичные металлы, как кадмий, свинец, никель, хром, ртуть, мышьяк и др.

Изучение накопления химических элементов в важнейшем компоненте урбоэкосистемы – почвах позволяет получить реальное представление об интенсивности процессов техногенеза и основных миграционных потоках этих токсикантов на урбанизированной территории .

Дорогостоящий нейтронно-активационный анализ позволяет нам определять различные микроэлементы: Hf, La, Ce, Sm, Eu, Yb, Lu, Th и U даже при их низких концентрациях в исследуемых объектах. По результатам исследований проб почв в поймах рек бассейна реки Томи, установлено содержание 28 химических элементов.

По результатам ИНАА и расчета кларка концентраций химических элементов выявлены уровни накопления редких, редкоземельных и радиоактивных элементов.

Средние содержания элементов в почвах были соотнесены с содержанием элементов в пойменных почвах, а также в почвах г. Томска. Для этого были рассчитаны коэффициенты концентрации элементов  $KK_1$  и  $KK_2$  в исследуемых почвах относительно содержания элементов в пойменных почвах (пос. Киреевское Кожевниковского района Томской области, Е.Е.Ляпина, 2012), а также относительно средних содержаний элементов в почвах г. Томска, по данным [4]. Такое рассмотрение, на наш взгляд, позволит выделить как техногенную составляющую, так и естественный фактор - влияние деятельности потоков вод рек на подвижность металлов . Коэффициенты концентрации, оцененные описанным способом, приведены в таблице.

Таблица 3. Коэффициенты концентрации химических элементов в пойменных почвах р.Томь и ее притоков

элемент	Sm	Ce	Ca	Lu	U	Th	Cr	Yb	Hf	Ba	Sr	Nd	As
$KK_1$ *	1,42	1,27	1,62	1,33	1,06	1,37	2,01	1,18	1,62	1,48	1,02	1,64	3,59
$KK_2$ **	0,91	0,96	1,47	1,00	0,94	0,93	1,36	0,94	1,49	0,78	2,23	-	25,37
элемент	Br	Cs	Tb	Sc	Rb	Fe	Zn	Ta	Co	Na	Eu	La	Sb
$KK_1$ *	0,82	1,68	1,70	1,43	0,91	1,96	2,30	1,70	1,59	0,94	1,16	1,92	1,44

КК <sub>2</sub> **	0,62	0,82	0,76	0,97	0,78	1,12	-	-	1,03	1,15	0,75	-	-
--------------------	------	------	------	------	------	------	---	---	------	------	------	---	---

\*КК<sub>1</sub>-коэффициент концентрации элементов в почвах относительно почв пос. Киреевское (Е.Е.Ляпина, 2012)

\*\*КК<sub>2</sub> коэффициент концентрации элементов в почвах относительно почв г. Томска [4].

Сравнение средних содержаний элементов в почвах русел реки Томи и ее притоков относительно аллювиальных почв бассейна р. Оби (КК<sub>1</sub>) показывает, что содержание U, Sr, Na находится на уровне фоновых содержаний (КК<sub>1</sub> лежит в интервале 0,94-1,06), содержание Br, Rb ниже фоновых (0,82 - 0,91), содержание остальных элементов (21 элемент) превышает фоновые в 1,16-2,30 раза, содержание As – в 3,59 раза. Содержание As в двух пробах с бывших сельскохозяйственных угодий составляет 26,0-28,6 мг/кг, не исключено его внесение вместе с удобрениями.

Исследуемые почвы относительно средних значений их содержаний для г. Томска обогащены Ca (1,47), Cr(1,47), Hf (1,47), Sr (1,47), содержание остальных элементов на уровне фоновых значений или ниже значений, принятых для г. Томска. Таким образом наблюдаются отличия в элементном составе почв в поймах рек от состава почв фоновых территорий и городских почв г. Томска. Хотя, конечно, большинство проб было взято в лесной или луговой зоне, вне территории города, вдали от ее промышленных застроек, вдали от мест расположения промышленных предприятий. Тем самым мы хотели оценить природную составляющую, именно влияние природных факторов, особенностей накопления веществ во время паводков, особенностей гидрологического режима рек. Вместе с тем, часть проб была взята в поймах рек, но вблизи с автодорогами, сельскохозяйственными угодьями, в районах ведущегося строительства.

По-видимому, свойство поверхностных вод переносить загрязняющие вещества, влияет на свойства пойменных почв в целом, а миграция веществ, как в виде растворов, так и в виде твердого стока из прилегающих к ним самостоятельных и переходных ландшафтов определяет геохимические

свойства почв. Представляет интерес провести анализ содержания элементов в пробах по поймам отдельных рек.

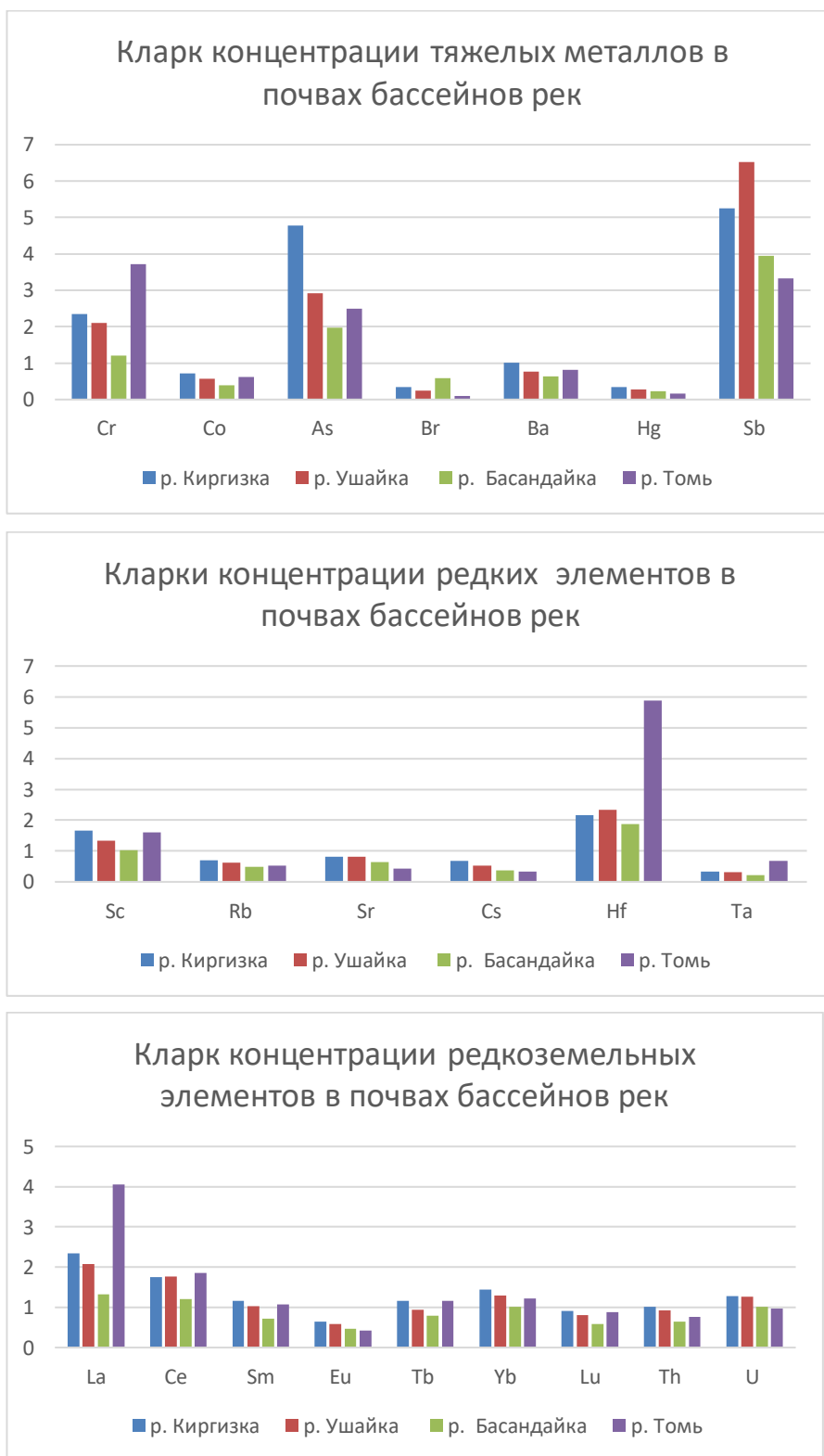


Рис. Кларки концентрации тяжелых металлов, редких и редкоземельных элементов по Глазовским М.А., Н.Ф., 1988

Кларки концентрации тяжелых металлов, редких и редкоземельных элементов по Глазовским М.А., Н.Ф., 1988, приведены на рисунке 9. Все изученные территории характеризуются повышенным содержанием сурьмы, мышьяка и хрома. В литературе есть сведения, что содержание многих лантаноидов в почвах превышает содержание кадмия, а содержание лантана (La), церия (Ce) и неодима (Nd) аналогично содержанию тяжелых металлов, таких как медь, хром и свинец [14]. Даже в почвах Японии, обедненных лантаноидами, среднее содержание La, Ce и Nd в 77 образцах почвы достигает 18, 40 и 18 мг/кг соответственно [14].

Почвы поймы реки Киргизка обогащены Co, Br, As, Ba в большей степени, чем почвы вдоль Ушайки, Киргизки, Томи. Возможно, это связано с тем, что в местах их отбора, даже вдали от трасс и заводов, сказываются следы человеческой деятельности: строительный мусор, незавершенное строительство, свалки мусора. Возможно, что токсичные компоненты мусора и свалок разносятся на дальние расстояния.

В почвах реки Томь много гафния, лантана, некоторых других радиоактивных элементов. Это подтверждает результаты многолетних исследований исследования отделения геологии (ранее кафедры ГЭГХ). Также эти пробы выделяются повышенным содержанием хрома. Хром входит в состав стали, использование и производство режущих инструментов в Томске вносит свой вклад в содержание этого элемента. Ушайка, в большей степени, чем другими элементами, богата сурьмой, которая входит в состав многих широко используемых красок. Заметим, что ни в одном из этих случаев нельзя исключать природный фактор, и примененный далее кластерный анализ позволил несколько прояснить ситуацию.

#### **4.2 Описательная статистика химических элементов в р. Ушайка и р. Малая Киргизка**

Описательная статистика числовых характеристик состава вод включает в себя следующие параметры: число наблюдений, среднее, среднее

геометрическое, медиана, минимум, максимум, стандартное отклонение, коэффициент вариации, а также асимметрия и эксцесс и их ошибки. Результаты анализа по р. Ушайка и р. Малая Киргизка приведены на рисунках 9-10.

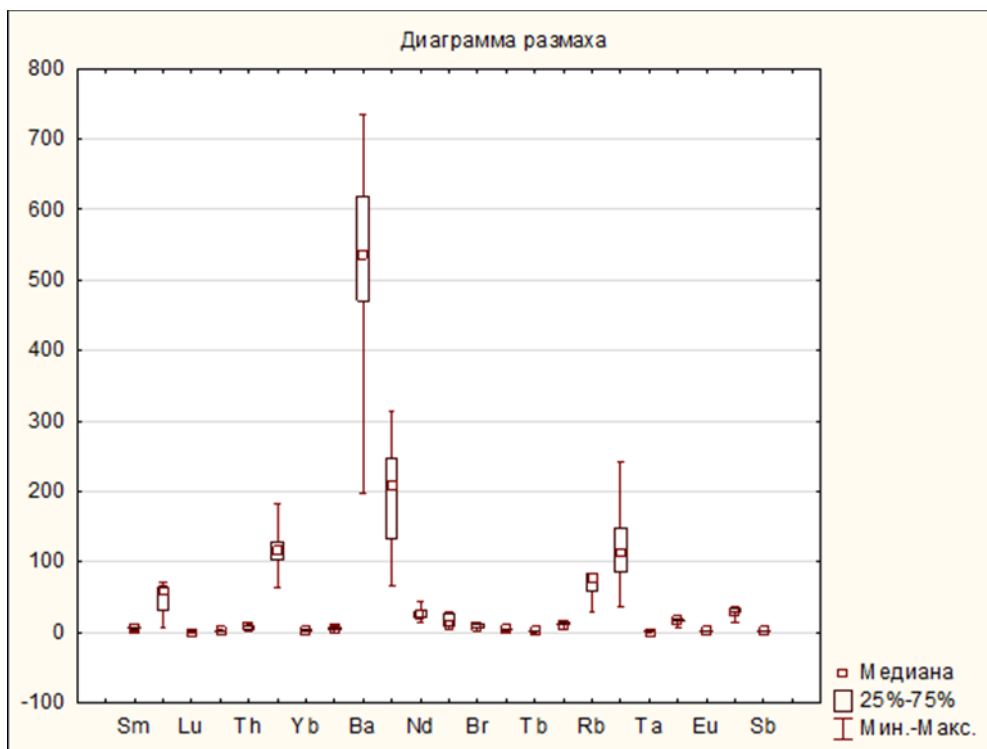


Рисунок 9. Диаграммы размаха элементного состава р. Малая Киргизка

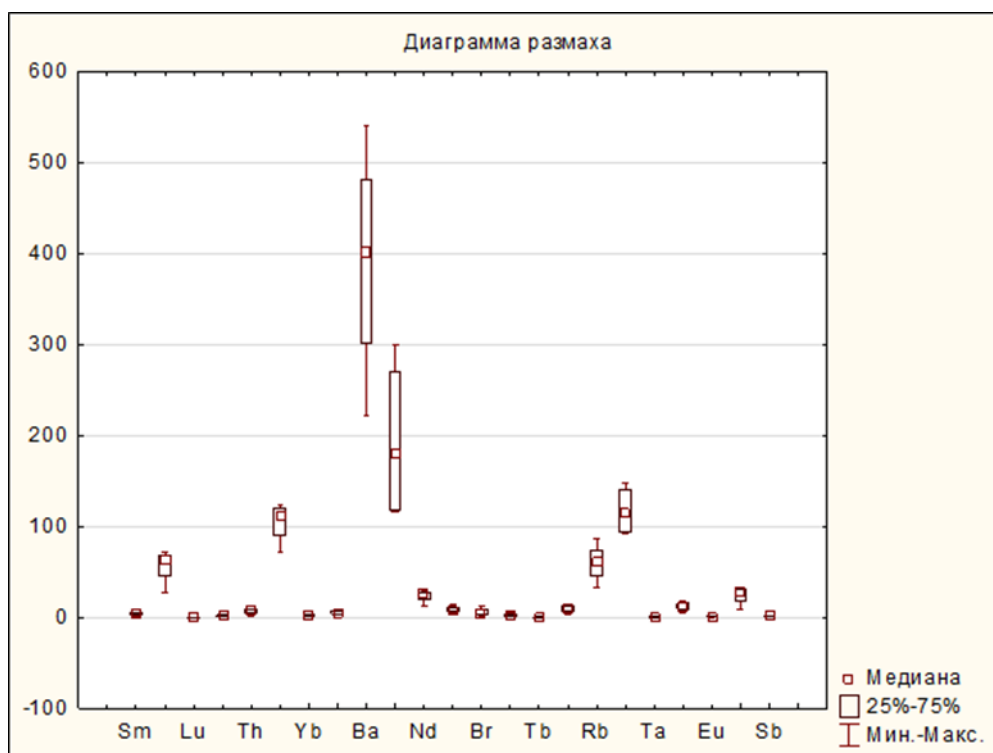


Рисунок 10. Диаграммы размаха элементного состава р. Ушайка

Анализируя коэффициенты вариации можно сделать выводы о величине рассеивания элементов по сравнению со средним значением.

Однородные. Данные химических элементов со значениями коэффициента вариации до 39% (Ce, U, Cr, Yb, Ba, Nd, Rb, Zn, Sb);

Неоднородные. Данные химических элементов со значениями коэффициента вариации до 40-69% (Sm, Lu, Th, Hf, Sr, As, Cs, Tb, Sc, Ta, Co, Eu, La, Hg);

Сильно неоднородные. Данные химических элементов со значениями коэффициента вариации более 70% (Br).

Таким образом, распределение большинства элементов в пробах неоднородно.

Анализируя коэффициенты вариации в пробах р. Малая Киргизка можно сделать выводы о величине рассеивания элементов по сравнению со средним значением.

Однородные. Данные химических элементов со значениями коэффициента вариации до 39% (Sm, Lu, U, Th, Cr, Yb, Ba, Nd, Cs, Tb, Sc, Co, Eu, La);

Неоднородные. Данные химических элементов со значениями коэффициента вариации до 40-69% (Ce, Hf, Sr, Br, Zn, Ta, Sb);

Сильно неоднородные. Данные химических элементов со значениями коэффициента вариации более 70% (As, Hg).

Таким образом распределение большинства элементов в Малой Киргизке - однородное.

### **4.3 Корреляционный и кластерный анализ**

Наиболее сильные корреляционные связи выделяются от 0.85 - для Малой Киргизки и от 0,95 - для Ушайки. Большинство элементов создают коррелирующие пары.

Наиболее сильные коррелирующие пары р. Малая Киргизка: (Sm-Tb-La-Yb-Lu; Cs-Co-Sc); р. Ушайка (U-Sm-Nd-Tb-Eu-La-Yb-Ce; Co-Ba-Rb; Br-Cs).



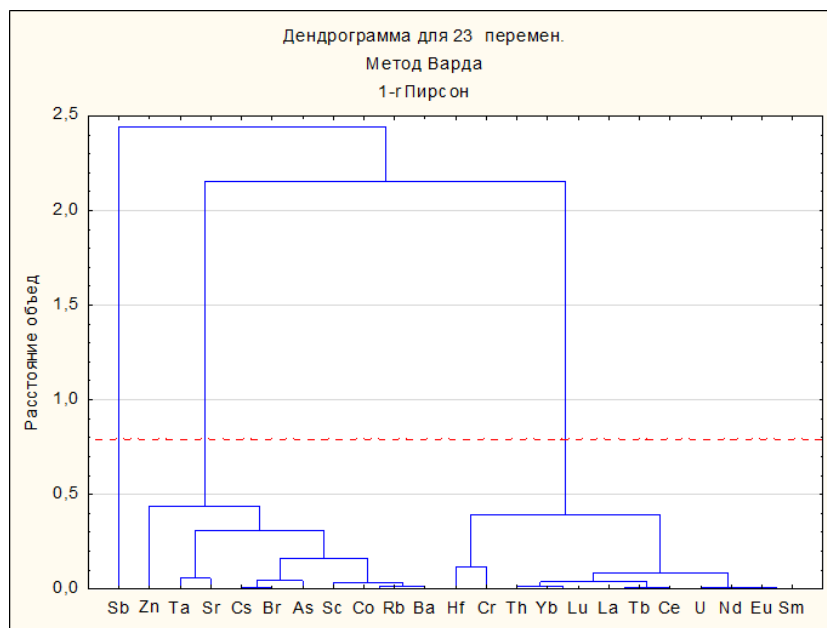


Рисунок 11 – Дендрограмма корреляционной матрицы проб р. Ушайка

На дендрограме р. Ушайки (рис.11) хорошо просматриваются два кластера: Первый кластер представляет хорошо коррелирующие связи Zn-Ta-Sr-Cs-Br-As-Sc-Co-Rb-Ва. Второй кластер: Hf-Cr-Th-Yb-Lu-Tb-Ce-U-Nd-Eu-Sm.

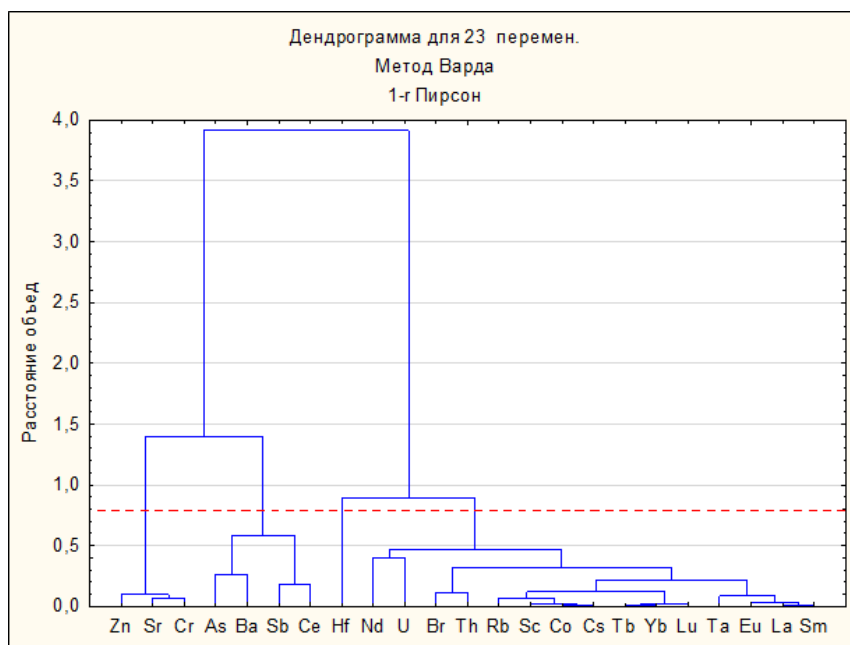


Рисунок 12 – Дендрограмма корреляционной матрицы проб р. Малая Киргизка

На дендрограмме р. Малая Киргизка (рис.12) выделяются два кластера. Первый: Zn-Sr-Cr-As-Ba-Sb-Ce. Второй кластер представляет собой высоко коррелирующие связи: Hf-Nd-U-Br-Th-Rb-Sc-Co-Cs-Tb-Yb-Lu-Ta-Eu-La-Sm.

Корреляционный анализ и кластерный позволил выявить тесную положительную связь между элементами Sm-Tb-La-Yb-Lu; Cs-Co-Sc; - в реке Малая Киргизка и U-Sm-Nd-Tb-Eu-La-Yb-Ce; Co-Ba-Rb; Br-Cs - в реке Ушайка. Связи Sm-Tb-La-Yb - в двух реках могут указывать на одинаковый источник загрязнения в черте города.

Расчет коэффициента вариации позволил сделать вывод о том, распределение большинства элементов однородно.

Отдельного рассмотрения заслуживает изучение распределения ртути в пробах. Согласно результатам анализу территориальному распределению ртути в притоках Томи можно выявить резкое увеличение ближе к основной артерии (Рис.13-14)

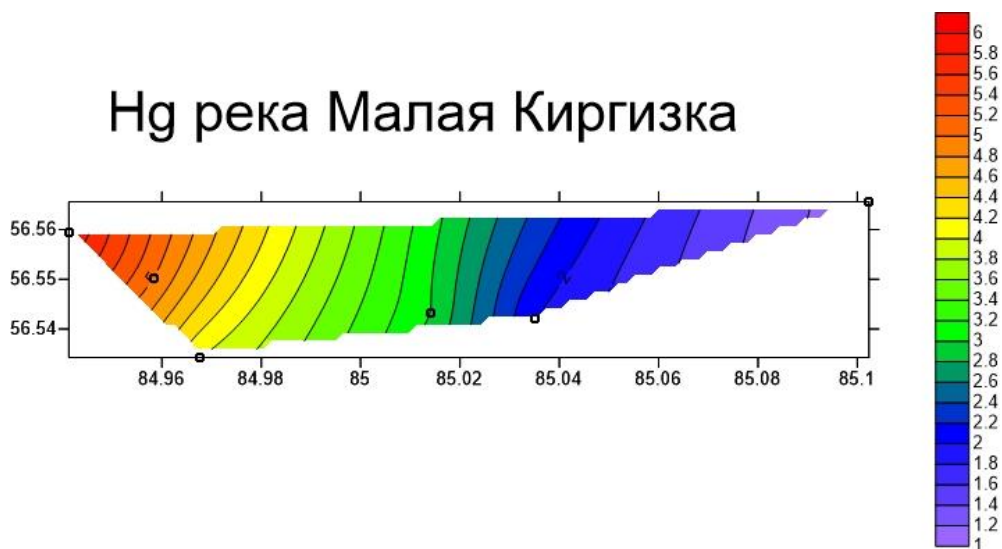


Рисунок 13. Карта-схема распределения ртути в почвах берегов реки Малая Киргизка

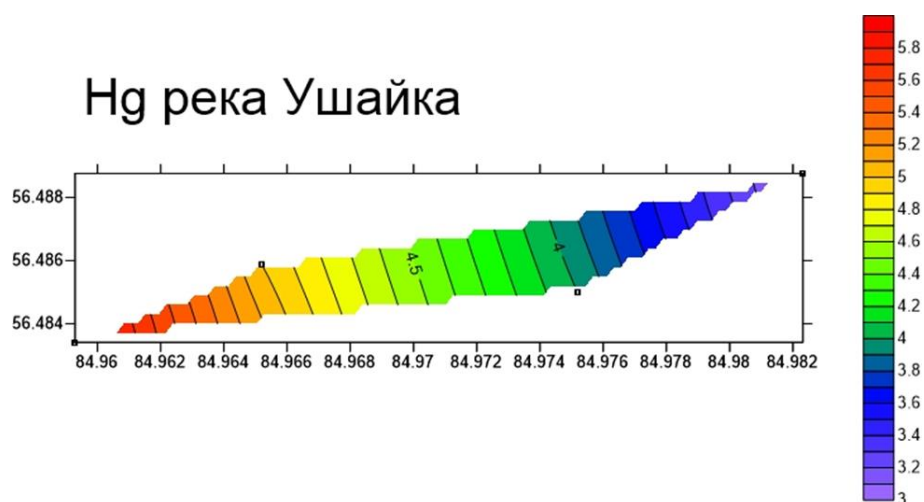


Рисунок 14. Карта-схема распределения ртути в почвах берегов реки Ушайка

Так, видно, что в наиболее низких местах будет накопление ртути, что в целом является результатом промышленного загрязнения данных территорий именно с г. Томск. Отчего можно сделать вывод, что в современное время геохимическая обстановка поймы г. Томск в большей мере обусловлена антропогенной деятельностью.

Впрочем, стоит заметить, что именно в данных местах лучшие условия для аккумуляции химических элементов (ниже по рельефу) и возможным загрязнением от источников питания реки (снеготалая вода, подземные воды). Такая вероятность оставляет ряд вопросов для будущих исследований взаимосвязей содержания элементного состава снега и содержанием элементов в почве пойм.

Также стоит отметить ряд физико-химических свойств ртути, благодаря которым аккумуляция будет наиболее высока именно в воде (а также в снеге, льде и влажных почвах). Высокие аккумуляции ртути в данных местах также возможны по данным причинам.

Таким образом, по результатам измерений среднее содержание ртути в почвах долин рек Ушайка, Киргизка, Томь составило, соответственно, 48,6 нг/г, 38,3, нг/г, 28,6 нг/г. Аномальные значения заменялись средними по выборке. Однако в одной пробе в районе Сенной Курьи содержание ртути составило 202 нг/г. Чтобы объяснить это явление, необходимо отобрать

пробы в радиусе 25-150 метров и проанализировать их. Только тогда можно предположить причины повышенных концентраций. Мы склонны связывать этот факт с замусориванием территории. Это место- вдоль загруженной транспортной развязки, место большого скопления транспорта и насанкционированных мусорных свалок. Однако пока это могут быть лишь предположения. Среди других причин исследователи называют стеклобой от ртутных ламп, техногенные аномалии, вызванные хранением отходов в предшествующий период. Возможно попадание ртуть и вместе со шлаками и золошлаками.

Средние значения ртути по почвам указанных водотоков несколько ниже среднего значения по содержанию ртути для почв бассейна реки Томи 65 нг/г [3]. Однако, в некоторых точках отбора содержание ртути достигало значений 75,5 нг/г (р.Ущайка), 181,2 (р.Киргизка). Причина тому – антропогенный фактор или геологический, еще предстоит выяснить. Известно, что содержание ртути в почвах определяется не только составом почвообразующих пород, региональными и глобальными выпадениями, но и наличием природных аномалий за счет ртутных месторождений и месторождений других рудных формаций, в рудах которых практически постоянно присутствует ртуть в виде примеси. По литературным данным, на территории Ущайки и Киргизки в ходе геологических исследований в шлихах находили ртуть в самородной форме. [4-5]. Возможно, мы фиксируем некоторые ее превышения, связанные с геологическим строением. Изученная территория попадает на юго-восточное продолжение Среднеширотно-Приобского ртутного пояса Западной Сибири [6]. Это и может обуславливать высокую концентрацию нетехногенной ртути в почвах на этой территории. Более равномерным распределением и более низким содержанием ртути (30,1 нг/г) в прибрежных почвах характеризуются почвы в истоках р. Томи на Кузбассе, по данным Кудрявцевой М.Г., ТПУ, что может подтверждать высказанную гипотезу о влиянии ртутного проявления на аллювиальные почвы в районе Томска.

## **Глава 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Данная выпускная квалификационная работа представлена научно-исследовательской работой на тему: Особенности геохимического состава почв в поймах реки Томь и её притоках.

Научное исследование проводилось с целью данной работы является выявление геоэкологической обстановки территории г. Томска. Для этого необходимо произвести следующие виды работ, которые выполняются последовательно: эколого-геохимические, лабораторные и камеральные (таблица 4).

С целью выявления денежных затрат, связанных с выполнением технического задания, необходимо определить прежде всего время на выполнение отдельных видов работ по проекту, спланировать их последовательное выполнение и определить продолжительность выполнения всего комплекса работ по проекту.

### **5.1 Техничко-экономическое обоснование работ**

Город Томск характеризуется высоким уровнем антропогенной нагрузки в связи с наличием крупных промышленных предприятий в черте и на окраинах города, которые в ходе осуществления своей деятельности оказывают негативное влияние на компоненты природной среды и здоровье населения города. В связи с этим необходимо проведение комплекса работ, направленных на оценку эколого-геохимического состояния территории города Томска с помощью изучения почвенного покрова.

Место проведения работ: площадное опробование территории города Томска.

Время проведения работ: октябрь 2018 и октябрь-ноябрь 2019 годов.

Объект исследований: пробы почв, отобранные из поверхностного слоя (0-10 см).

Метод и вид исследований: геохимические исследования (литогеохимический метод).

Объем работ: 18 проб почв (отобраны в черте города в поймах реки Томь и её притоков Ушайка, Басандайка, Малая Киргизка).

Пробоподготовка почв к проведению инструментального нейтронно-активационного анализа. Аналитические работы по определению содержаний химических элементов в почвах проведены в лабораториях Инженерной школы природных ресурсов ТПУ.

Виды намечаемых работ:

1) эколого-геохимические работы литогеохимическим методом по почвам на отдельных площадках при геолого-экологических исследованиях территорий хозяйственного освоения;

2) проведение маршрутов при эколого–геохимических работах литогеохимическим методом по почвам при геолого-экологических исследованиях территорий хозяйственного освоения;

3) лабораторные работы по первичной обработке проб (просушивание, просеивание, истирание почв);

4) лабораторные работы по подготовке проб для проведения инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА);

5) измерение содержания ртути в исследуемых пробах;

## 5.2 Расчет нормативной продолжительности выполнения работ

Одним из важнейших принципов выполнения исследовательских работ является минимум затрат, который соответствует максимальной эффективности исследований и обеспечивает работу достаточным количеством информации для решения поставленных задач.

Таким образом, для определения материальных затрат, связанных с выполнением разработанного технического задания, необходимо определить время на выполнение отдельных видов работ, спланировать их последовательное проведение и определить продолжительность выполнения всего комплекса работ.

Для этого необходимо проведение литогеохимических, лабораторных, камеральных работ, более подробная информация о которых представлена в таблице 23.

На основе технического плана рассчитываются затраты и время труда.

Таблица 4 – Виды и объемы проектируемых работ (технический план)

№	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед. изм.	Кол-во		
1	Эколого-геохимические работы литогеохимическим методом	Проба	30	Отбор проб почв, категория необходимости - 1	-
2	Лабораторные работы	Проба	30	Определение 28 химических элементов	Исследовательский ядерный реактор ИРТ-Т НИ ТПУ
		проба	30	Определение 1 химического элемента	Ртутный анализатор РА-915+

### 1) Литогеохимические работы

Содержание работ, выполняемых литогеохимическим методом, представляет собой выбор мест отбора проб почв, привязку пунктов наблюдения, непосредственно отбор проб пробоотборной лопаткой, занесение первоначальных сведений в полевой журнал, маркировку пакетов для проб,

этикетирование и их упаковку. Закрепление точек отбора проб почв производится на карте.

## 2) Лабораторные работы

На данном этапе работ отобранные пробы подготавливались к дальнейшему изучению путем просушивания почв при комнатной температуре, просеивания и истирания, и просушивания, и измельчения.

Далее пробы подготавливались для инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА), который выполняется на базе научно-исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т НИ ТПУ. Подготовка проб для ИНАА заключалась в истирании проб почв с помощью сита и упаковывание 100 мг пудры в конверт, выполненный из фольги.

Определение ртути в пробах почв проводилось в лаборатории ИШПР ТПУ МИНОЦ «Урановая геология» ртутным газоанализатором РА-915+. В качестве материала использовалась почва, предварительно истертая на МВИ до размера 0,074 мм.

Расчет затрат времени и труда по видам работ. Для расчета затрат времени и труда использованы нормы, изложенные в ССН-93 выпуск 2 «Геолого-экологические работы» [71]. Они представляют собой два параметра:

- норма времени, выраженная на единицу продукции;
- коэффициент к норме.

Расчет затрат времени выполняется по формуле:

$$N = Q * N_{ВР} * K ,$$

где: N-затраты времени, (бригада. смена на м.(ф.н.));

Q-объем работ, (м.(ф.н.));

$N_{ВР}$  – норма времени из справочника сметных норм (бригада/смена);

K- коэффициент за ненормализованные условия;

Все работы выполнялись геоэкологом и рабочим 1 категории.

Используя технический план, определялись затраты времени на выполнение каждого вида работ в сменах [71, 88] (таблица 5).



Таблица 5 – Расчет затрат времени и труда

№	Вид работ	Объем		Норма времени по ССН (НВР)	Коэф-ты (К)	Документ	Итог времени на объем (N)
		Ед. изм.	Кол-во (Q)				
1.1	Эколого-геохимические работы литогеохимическим методом по почвам и поверхностным грунтам на отдельных площадках при геолого-экологических исследованиях	проба	18	0,0488	1	ССН, вып.2, табл.27, стр.1, ст.4	0,8784
1.2	Проведение маршрутов при эколого-геохимических работах литогеохимическим методом при геолого-экологических исследованиях территорий города	км	10	2,17 на 10 км	1	ССН, вып.2, табл.31, стр.41,ст.4	2.17
2.1	Лабораторные работы по первичной обработке проб почв	проба	18	0,06	1	ССН, вып.7, табл. 1.5, стр.7, ст. 4	1,08

Окончание таблицы 4

№	Вид работ	Объем		Норма времени по ССН (НВР)	Коэф-ты (К)	Документ	Итог времени на объем (N)
		Ед. изм.	Кол-во (Q)				
2.2	Лабораторные работы по подготовке проб почв для ИНАА	проба	18	0,14	1	ССН, вып.7, табл.5.3, стр.3,13, ст.3	2,52
2.4	Определение ртути в почве беспламенным атомно-адсорбционным методом	проба	18	0,26	1	ССН, вып.7, табл.1.3, стр. 256, ст.3	4,68

<b>Итого:</b>	<b>11,3287 смен</b>
---------------	-------------------------

Рабочий месяц составляет 22 смены, расчет затрат времени на каждого работника представлен в таблице 5.3. Период проведения работ составляет 6 месяцев (октябрь-ноябрь 2018-2019 года).

Геозолог и рабочий 1 категории совместно занимались полевыми и лабораторными работами по подготовке проб, а определением ртути в пробах, а также систематизацией и обработкой полученных результатов задействован только геозолог (таблица 5).

Таблица 5 – Расчет затрат труда

№	Вид работ	Т	Геозолог
			чел/смен
1.1	Эколого-геохимические работы литогеохимическим методом по почвам и поверхностным грунтам на отдельных площадках	2,92	1,46
1.2	Проведение маршрутов при эколого – геохимических работах литогеохимическим методом	13,02	6,51
2.1	Лабораторные работы по первичной обработке проб почв	3,6	1,8
2.2	Лабораторные работы по подготовке проб почв для ИНАА	8,4	4,2
2.4	Определение ртути в пробах беспламенным атомно-абсорбционным методом	7,8	7,8
3	Камеральные работы	1,3	1,3
<b>Итого:</b>	<b>39,84</b>	<b>23,47</b>	

Выполнение работ запланировано в соответствии с разработанным линейным календарным графиком выполнения работ.

### 5.3 Расчет затрат на материалы

Нормы расхода материалов определяются согласно ССН, вып. 2 «Геоэкологические работы». Расчет затрат материалов для проведения осуществлялся на основе рыночной стоимости материалов (таблица 6).

Таблица 6 – Расход материалов на проведение работ

Наименование и характеристика изделия	Цена, руб.	Норма расхода материала (шт.) 1 месяц работы	Сумма, руб.
<b>Литогеохимические работы</b>			
Журнал регистрационный	133	1	133
Карандаш простой	20	1	20
Сапоги резиновые	550	1	550
Пакеты полиэтиленовые фасовочные	7	30	210
Перчатки латексные нестерильные	25	3	75
Лопатка пробоотборная	600	1	600
Итого:			1588
<b>Лабораторные работы</b>			
Полиэтиленовые пакеты маленькие с застежкой	7	30	210
Фольга в рулоне, 1 м	178	1	178
Спирт технический	114	1	114
Перчатки латексные стерильные	23	2	46
Итого:			548
<b>Итого:</b>			<b>2136</b>

Расчет затрат на выполнение лабораторных работ, направленных на изучение химического состава исследуемых объектов, представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Расчет затрат на лабораторные работы

№	Метод анализа	Кол-во проб	Стоимость, руб.	Итого
---	---------------	-------------	-----------------	-------

1	Инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА)	18	2000	36000
<b>Итого</b>	<b>36 000</b>			

Основные расходы на запланированные работы, помимо фонда оплаты труда, включают в себя затраты на материалы и амортизацию в соответствии с формулой:

$$OP = \text{ФОТ} + M + A,$$

где OP – основные расходы, ФОТ - фонд оплаты труда, M - затраты на материалы, A - амортизационные отчисления.

Стоимость ртутного газоанализатора РА-915+ с приставкой Пиро-915+ - 944 000 рублей, стоимость набора сит для просеивания почвы составляет – 7 200 рублей.

Суммарная стоимость оборудования составляет 951 200 рублей.

Поскольку приборы относятся к 3 амортизационной группе, годовая норма амортизации составляет 20%.

Ежегодная сумма амортизации представляет собой произведение первоначальной стоимости оборудования на годовую норму амортизации, и в рассматриваемом случае составляет 190 240 рублей.

Исходя из ежегодной суммы амортизации, рассчитываем ежемесячную норму амортизации, значение которой составляет 15 853,33 рублей.

Амортизационные отчисления за весь период проведения работ (6 месяцев) составят 95 120 рублей.

Итак, основные расходы составят ФОТ со страховыми взносами, затраты на амортизацию и на материалы (таблица 9).

Таблица 8 – Расчет основных расходов на выполнение работ

№ п/п	Составляющие основных расходов	Итого, руб
1	Фонд оплаты труда со страховыми взносами	34 097,19
2	Материалы	1 964
3	Амортизационные отчисления	95 120
	<b>Итого:</b>	131 181,19

Общий расчет сметной стоимости всех работ представлен в таблице 10.

Таблица 9 – Общий расчет сметной стоимости работ

№ п/п	Наименование работ и затрат	Объем		Полная сетная стоимость, руб.	
		ед. изм.	Кол-во		
<b>I Основные расходы на геоэкологические работы (ОР)</b>					
1	Проектно-сметные работы	% от ПР	100	131 181,19	
2	Полевые работы (ПР)			131 181,19	
3	Организация полевых работ	% от ПР	1,5	1 967,72	
		ед. изм.	Кол-во		
4	Ликвидация полевых работ	% от ПР	0,8	1 049,45	
<i>Итого основные расходы</i>	396 560,74				
<b>II Накладные расходы</b>				% от ОР	15
<i>Итого НР+ОР</i>			456 044,85		
<b>III Плановые накопления</b>			% от ОР+ НР	20	91 208,
<b>IV Подрядные работы</b>					
Лабораторные работы					руб.
<b>V Резерв</b>		% от ОР	3	11 896,82	
<i>Всего по объекту</i>		639 150,64			
<i>НДС</i>				%	18
<b>Итого с учетом НДС</b>		754 197,75			

Общая стоимость проведения исследований по оценке эколого-геохимического аллювиальных почв города Томска при изучении проб почв составляет 754 197,75 рублей.

## **Глава 6. Социальная ответственность при исследовании геохимического состава почв поймы реки Томи**

Обеспечение нового, более высокого уровня жизни граждан Российской Федерации входит в число приоритетных целей Генерального соглашения между общероссийскими объединениями профсоюзов, общероссийскими объединениями работодателей и Правительством Российской Федерации на 2014 - 2016 годы.

Социальная ответственность или корпоративная социальная ответственность (как морально-этический принцип) – это ответственность перед людьми и данными им обещаниями, когда организация учитывает интересы коллектива и общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на заказчиков, поставщиков, работников, акционеров (ICCSR 26000:2011).

Данная выпускная квалификационная работа представлена научно-исследовательской работой, во время выполнения которой осуществляется обработка результатов анализов проб почв; расчет геохимических показателей; оформление полученных данных в виде таблиц, схем, графиков, диаграмм, а также набор текста на персональном компьютере. Основная работа производится в закрытом помещении за компьютером, в связи с чем, в разделе «Социальная ответственность» рассмотрена безопасность работы в компьютерном классе.

### **6.1 Правовые и организационные аспекты обеспечения безопасности**

При разработке данного раздела учитывались необходимые нормы и требования законов Российской Федерации при работе за компьютером.

В соответствии с приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 12 апреля 2011 г. N 302н работы профессионально связанные с эксплуатацией ПЭВМ больше не входят в перечень вредных и (или) опасных производственных факторов и работ.

В соответствии с пунктом 13.1 статьи 13 Постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 03.06.2003 № 118 "О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03" лица, работающие с ПЭВМ более 50% рабочего времени (профессионально связанные с эксплуатацией ПЭВМ), должны проходить обязательные предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры в установленном порядке.

Нормальная продолжительность рабочего времени согласно статье 91 Трудового кодекса РФ не может превышать 40 часов в неделю. Согласно статье 92 Трудового кодекса РФ сокращенная продолжительность рабочего времени при проведении работ профессионально связанных с эксплуатацией ПЭВМ не предусмотрена.

В соответствии с Типовой инструкцией по охране труда при работе на персональном компьютере ТОИ Р-45-084-01 продолжительность непрерывной работы с компьютером без регламентированного перерыва не должна превышать двух часов. Виды трудовой деятельности разделяются на три группы: группа А – работа по считыванию информации с экрана компьютера с предварительным запросом; группа Б – работа по вводу информации; группа В – творческая работа в режиме диалога с компьютером. При выполнении в течение рабочей смены работ, относящихся к различным видам трудовой деятельности, за основную работу с компьютером следует принимать такую, которая занимает не менее 50% времени в течение рабочей смены или рабочего дня (таблица 6.4).

Таблица 10 – Категории работ с компьютером

Категории работы с компьютером	Уровень нагрузки за смену при разных видах работ		
	А	Б	В
	кол-во знаков	кол-во знаков	часы
І	до 20000	до 15000	до 2
ІІ	до 40000	до 30000	до 4
ІІІ	до 60000	до 40000	до 6

При 8-часовой рабочей смене и работе на компьютере регламентированные перерывы следует устанавливать:

- для І категории работ – через два часа от начала рабочей смены и через два часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый;
- для ІІ категории работ – через два часа от начала рабочей смены и через 1,5-2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый или продолжительностью 10 минут через каждый час работы;
- для ІІІ категории работ – через 1,5-2 часа от начала рабочей смены и через 1,5-2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 20 минут каждый или продолжительностью 15 минут через каждый час работы.

Согласно статье 111 Трудового кодекса РФ при шестидневной рабочей неделе работникам предоставляются один выходной день в неделю – воскресенье.



## **6.2 Производственная безопасность. Безопасность работы на персональных компьютерах в специализированном помещении**

Целью данного раздела магистерской диссертации является анализ проводимых работ с точки зрения безопасности.

В период камеральных работ проводился анализ данных с использованием персональных компьютеров. Работы на электронно-вычислительных машинах проводились в помещении соответствующем требованиям Санитарных правил и норм.

При работе с использованием персональных ЭВМ существуют опасные и вредные факторы, которые могут стать причиной профессиональных заболеваний и травм. Вредные факторы – это факторы, воздействие которых на организм человека в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению работоспособности. Опасные факторы – это факторы, воздействие которых на человека приводит к травме или другому внезапному или резкому ухудшению здоровья.

Соблюдение правил и норм техники безопасности и эксплуатации персональной ЭВМ позволяет ослабить воздействие вредных и опасных факторов и предотвратить травматизм. В таблице 6.1, в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 приведены основные элементы работ на ПЭВМ, формирующие опасные и вредные факторы.

Таблица 11– Основные элементы работ на персональной ЭВМ

Этап работы	Наименование вида работы	Факторы ГОСТ 12.0.003-74 [3]		Нормативные документы
		Опасные	Вредные	
Камеральный	Работа персональных ЭВМ (Обработка результатов анализа, построение графического материала, набор текста)	Электрический ток; пожароопасность и взрывоопасность; химическая опасность	Недостаточная освещенность рабочего помещения; нарушение микроклиматических параметров; превышение уровня шума и вибрации	ГОСТ 12.1.005-88 [4]; ГОСТ 12.1.019-79 [5]; ГОСТ 12.1.030-81 [6]; СанПиН 2.2.4.548-96 [7]; СНиП 23-05-95 [8]; СНиП 2.04.05-91 [9]; ГОСТ 12.1.003-83 [10]; ГОСТ 12.1.010-76 [11]

Примечание: Пожарная и взрывная безопасность представлен в п. 6.4

### 6.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Электрическое оборудование представляет для человека большую потенциальную опасность, которая усугубляется тем, что органы чувств человека не могут на расстоянии обнаружить наличие напряжения. Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает на него сложное действие – термическое, электролитическое, биологическое, механическое.

Общие требования по предотвращению опасного воздействия на людей электрического тока устанавливается системой государственных стандартов.

Технические способы и средства защиты, устанавливаемые стандартом, могут применяться отдельно или в сочетании друг с другом так, чтобы обеспечить оптимальную защиту человека от электрического тока или электрической дуги.

Для предотвращения электротравматизма большое значение имеет правильная организация работ, т.е. соблюдение Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей, правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ и ПТБ потребителей) и Правил устройства электроустановок (ПУЭ).

Учебная аудитория, где проводится работа, согласно ПУЭ относится к помещениям без повышенной опасности поражения электрическим током (относительная влажность воздуха – не более 75 %, температура воздуха +25 С, помещение с небольшим количеством металлических предметов, конструкций, в помещении бетонные полы).

Основные нормативные акты, устанавливающие требования электробезопасности являются ГОСТ 12.1.019 -79 и ГОСТ 12.1.038-82.

Химическая опасность. Во время работы с ПЭВМ на оператора возможно воздействие следующих опасных и вредных химических факторов: пыль; вредные химические вещества, выделяемые при работе принтеров и копировальной техники;

Химические опасные и вредные производственные факторы подразделяются:

1. По характеру воздействия на организм человека на: токсические; раздражающие; sensibilizing; канцерогенные; мутагенные; влияющие на репродуктивную функцию;
2. По пути проникания в организм человека через: органы дыхания; желудочно-кишечный тракт; кожные покровы и слизистые оболочки.

Наличие химических опасных и вредных факторов в помещениях с ЭВМ в основном обусловлено широким применением полимерных и синтетических материалов для отделки интерьера, при изготовлении мебели, ковровых изделий, радиоэлектронных устройств и их компонентов, изолирующих элементов систем электропитания. Технология производства ЭВМ предусматривает применение покрытий на основе лаков, красок, пластиков. При работе ЭВМ нагреваются, что способствует увеличению концентрации в воздухе таких вредных веществ как формальдегид, фенол, полихлорированные бифенилы, аммиак, двуокись углерода, озон, хлористый винил.

Порядок осуществления контроля за содержанием вредных химических веществ и аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (АПФД) в воздухе рабочей зоны регламентируется «Общими методическими требованиями к организации и проведению контроля содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

Контроль за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны проводится путем измерения среднесменных ( $K_{cc}$ ) и максимально разовых ( $K_m$ ) концентраций и последующего их сравнения с предельно допустимыми значениями, представленными в документе “Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны” .

Для предупреждения или уменьшения воздействия на работников опасных и вредных производственных факторов необходимо обеспечить достаточную вентиляцию в помещении, регулярно его проветривать и проводить влажную уборку. Работник в свою очередь обязан соблюдать правила личной гигиены.

### **6.2.2 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действий опасных и вредных факторов**

Недостаточная освещенность рабочего помещения. Недостаточная освещенность может возникать при неправильном выборе осветительных приборов при искусственном освещении и при неправильном направлении света на рабочее место при естественном освещении. Естественное освещение осуществляется через светопроемы (окна), ориентированные на восток. Естественное освещение нормируется по «коэффициенту естественной освещенности» (КЕО) или естественного освещения (e). Коэффициент естественной освещенности равен:

$$КЕО=(E/E_0)*100\%,$$

где E – освещенность (измеренная) на рабочем месте, лк; E<sub>0</sub> – освещенность на улице (при среднем состоянии облачности), лк.

Обеспечивается коэффициент естественного освещения (КЕО) не ниже 1,5%. При зрительной работе средней точности КЕО должен быть не ниже 1,0%. СНиП 23-05-95 [8] рекомендует левое расположение рабочих мест ПВЭМ по отношению к окнам.

Искусственное освещение в помещениях с ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения. При работе с документами допускается применение системы комбинированного освещения (к общему дополнительно устанавливаются светильники местного освещения для освещения зоны расположения документов). Общее освещение следует выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочего места, параллельно линии пользователя. При расположении компьютеров по периметру линии светильников должны располагаться локализовано над рабочим столом, ближе к переднему краю обращенному к оператору. В качестве источников искусственного освещения обычно используются люминесцентные лампы типа ЛБ или ДРЛ, которые попарно объединяются в светильники. Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях с ПЭВМ следует проводить чистку

стекло рам и светильников не реже 2-х раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп. Требования к освещенности в помещениях, где установлены компьютеры, следующие: при выполнении зрительных работ высокой и средней точности общая освещенность должна составлять 300-500 лк, а комбинированная — 750 лк.

Расчет искусственного освещения проводится по формуле согласно СНиПу 23-05-95 [67]:

$$\Phi_{\text{л}}=(100 * E_{\text{н}} * S * Z * k) / (N * \eta) \quad (11)$$

где,  $\Phi_{\text{л}}$  – световой поток лампы;  $N$  – число источников в помещении;  $E_{\text{н}}$  – нормированная минимальная освещенность;  $S$  – площадь освещенного помещения;  $Z$  – коэф. минимальной освещенности;  $k$  – коэф. запаса;  $\eta$  – коэф. использования светового потока ламп.

$$\Phi_{\text{л}}=(100 * 20 * 1,1 * 1,3 * 300) / (8 * 0,44) = 24.375 \text{ лм} \quad (12)$$

Нарушение параметров микроклимата. Микроклиматические параметры оказывают значительное влияние как на функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье, так и надежность работы ПЭВМ. В помещениях с такой техникой на микроклимат больше всего влияют источники теплоты. К ним относится вычислительное оборудование, приборы освещения (лампы накаливания, солнечная радиация) Из них 80% суммарных выделений дают ЭВМ, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещениях, где установлены компьютеры, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата (табл. 13).

Таблица 12- Параметры микроклимата для помещений, где установлены компьютеры

Период года	Параметр микроклимата	Величина
Холодный и переходный	Температура воздуха в помещении	22— 24°С
	Относительная влажность	40—60%
	Скорость движения воздуха	До 0,1 м/с
Теплый	Температура воздуха в помещении	23— 25°С
	Относительная влажность	40-60%
	Скорость движения воздуха	0,1— 0,2м/с

Для поддержания вышеуказанных параметров воздуха в помещениях с ПЭВМ необходимо применять системы отопления и кондиционирования или эффективную приточно-вытяжную вентиляцию.

Превышение уровня шума и вибрации. Источниками шума и вибрации на рабочем месте с ПЭВМ являются сами вычислительные машины (встроенные вентиляторы, принтеры и т.д.), система вентиляции и другое оборудование. Установлены уровни шума на рабочем месте:

- 50 дБА при выполнении основной работы на ПЭВМ (диспетчерские, залы, классы вычислительной техники, рабочие кабинеты и т.д.);
- 60 дБА для помещений, где работники осуществляют лабораторный, аналитический или измерительный контроль;
- 65 дБА в помещениях операторов ПЭВМ (без дисплеев);
- 75 дБ А а в залах, где находятся принтеры.

Для снижения уровня шума в помещениях с ПЭВМ применяют менее шумные агрегаты или располагают в других помещениях. Одновременно применяют архитектурно-строительные решения:

- 1) устройство подвесного потолка, который служит звукопоглощающим экраном;
- 2) использование звукопоглощающих материалов с максимальными коэффициентами звукопоглощения в области частот 63 - 8000 Гц для отделки помещений;
- 3) уменьшение площади стеклянных ограждений и окон для защиты от транспортного шума;
- 4) установка особо шумящих устройств на упругие прокладки;
- 5) применение на рабочих местах звукогасящих экранов;
- 6) использование однотонных занавесей из плотной ткани, подвешенных в складку на расстоянии 15-20 от ограждения. Ширина занавеси должна быть в 2 раза больше ширины окна. Уровень вибрации в помещениях вычислительных центров может быть снижен путем установки оборудования на специальные фундаменты и виброизоляторы.

Негативное воздействие на человека ПЭВМ заключается в том, что к концу рабочего дня операторы ощущают головную боль, резь в глазах, тянущие боли в мышцах шеи, рук, спины, зуд кожи лица. Со временем это приводит к мигреням, частичной потери зрения, сколиозу, кожным воспалениям и т.д. У людей, просиживающих у ПЭВМ от 2 до 6 часов в день, резко возрастают шансы заработать болезнь верхних дыхательных путей, получить неожиданный инфаркт или инсульт. Результаты показали, что наиболее «рисковыми» пользователями ПЭВМ являются дети и беременные женщины.

Санитарно-гигиенические требования к помещениям для эксплуатации ПЭВМ следующие: рабочие места с ПЭВМ требуется располагать во всех помещениях, кроме подвальных, с окнами, выходящими на север и северо-восток. В зависимости от ориентации окон рекомендуется следующая окраска стен и пола помещения:



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

Пол помещения должен быть ровный, антистатический. Отделка помещения полимерными материалами производится только с разрешения Госсанэпиднадзора. В образовательных помещениях запрещается применять полимерные материалы (ДСП, слоистый пластик, синтетические ковровые покрытия и т.д.), выделяющие в воздух вредные химические вещества. В помещении должны быть медицинская аптечка и углекислый огнетушитель. Расстояние между боковыми поверхностями мониторов - не менее 1,2 м. Оконные проемы должны иметь регулирующие устройства (жалюзи, занавески). Компьютер нужно установить так, чтобы на экран не падал прямой свет (иначе экран будет отсвечивать, что является вредным для экрана). Оптимальное положение на работе - боком к окну, желательно левым.

Общие требования к организации и оборудованию рабочих мест пользователей ПЭВМ. Конструкция рабочего стола обеспечивает оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования. Высота рабочей поверхности стола составляет 725 мм. Модульными размерами рабочей поверхности стола для ПЭВМ, на основании которых должны рассчитываться конструктивные размеры, следует считать: ширину 800, 1000, 1200 и 1400 мм, глубину 800 и 1000 мм при нерегулируемой его высоте. Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной – не менее 500 мм, глубиной на уровне колен – не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног – не менее 650 мм. Конструкция рабочего стола поддерживает рациональную рабочую позу при работе с

ПЭВМ, позволяет изменить позу с целью снижения статистического направления мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения утомления. Конструкция рабочего стула должна обеспечивать:

- ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм;
- поверхность сиденья с закруглённым передним краем;
- регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400-550 мм и углам наклона вперед до 15° и назад до 5°;
- высоту опорной поверхности спинки  $30\pm 20$  мм, ширину – не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости – 400 мм;
- угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах  $\pm 30^\circ$ ;
- стационарные или съёмные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной – 50-70 мм;
- регулировку подлокотников по высоте над сиденьем в пределах  $230\pm 30$  мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах 350-500 мм.

Рабочее место пользователя ПЭВМ следует оборудовать подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20°. Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм.

Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100-300 мм от края, обращённого к пользователю, или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделённой от основной столешницы.

Режим труда и отдыха при работе с ПЭВМ. Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья профессиональных

пользователей должны устанавливаться регламентированные перерывы в течение рабочей смены. После каждого часа работы за компьютером следует делать перерыв на 5-10 минут. Обучение и инструктаж персонала, разработка инструкций по охране труда должны соответствовать требованиям. В инструкции должны быть отражены безопасные приемы, порядок допуска к работе, перечислены опасные и вредные производственные факторы. К самостоятельной работе с ВДТ и ПЭВМ допускаются сотрудники, изучившие порядок их эксплуатации, прошедшие первичный инструктаж на рабочем месте и аттестацию по электробезопасности с присвоением второй квалификационной группы.

### **6.3 Экологическая безопасность**

В разделе Экологическая безопасность рассмотрены вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при производственной деятельности промышленных предприятий.

Основные требования по охране подземных вод регламентируются Водным кодексом Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 28.12.2013).

Охрана недр и земель осуществляется согласно Земельному кодексу РФ (с изменениями на 23 июля 2013 года) и в соответствии с ГОСТ 17.5.1.02-85 «Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации».

Федеральный закон №96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха». 27 декабря 2009г. в Федеральный закон были внесены последние изменения (Федеральным законом № 374-ФЗ). Устанавливает правовые основы охраны атмосферного воздуха.

Федеральный закон от 24 апреля 1995 г. N 52-ФЗ "О животном мире" (с изменениями на 7 мая 2013 года) регулирует отношения в области охраны и использования животного мира.

Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 25.11.2013) "Об отходах производства и потребления" определяет правовые основы обращения с отходами производства и потребления в целях предотвращения их вредного воздействия на здоровье человека и окружающую природную среду.

Таблица 13- Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при производственной деятельности промышленных предприятий

<b>Природные ресурсы и компоненты ОС</b>	<b>Вредные воздействия</b>	<b>Природоохранные мероприятия</b>
Земля и земельные ресурсы	Уничтожение и повреждение почвенного слоя, сельхозугодий и других земель	Рациональное планирование мест и сроков проведения работ. Соблюдение нормативов отвода земель. Рекультивация земель
	Загрязнение почвы тяжелыми металлами, нефтепродуктами, химреагентами и др.	Сооружение поддонов, отсыпка площадок для стоянки техники. Вывоз, уничтожение и захоронение остатков нефтепродуктов, химреагентов, мусора, загрязненной земли и т.д.
	Засорение почвы производственными отходами	Вывоз и захоронение производственных отходов
	Создание выемок и неровностей, усиление эрозионной опасности. Уничтожение растительности	Засыпка выемок, горных выработок

Лес и лесные ресурсы	Уничтожение, повреждение и загрязнение почвенного покрова	Мероприятия по охране почв
Вода и водные ресурсы	Загрязнение сточными водами и мусором (взвешенными веществами, нефтепродуктами, сульфатами, хлоридами др.)	Отвод, складирование и обезвреживание сточных вод, уничтожение мусора; сооружение водоотводов, накопителей, отстойников, уничтожение мусора
Недра	Нарушение состояния геологической среды (подземные воды, изменение инженерно-геологических свойств пород)	Гидрогеологические, гидрогеохимические и инженерно-геологические наблюдения в скважинах и выработках
Воздушный бассейн	Выбросы в атмосферу: диоксид серы, оксиды углерода, оксиды азота, углеводороды, бенз(а)пирен, сероводород, сажа, тяжелые металлы: <u>1 кл. опасности: Hg, Zn, As;</u> <u>2 кл. опасности: Cr, Ni, Co;</u> <u>3 кл. опасности: V, Mn, Ba, Sr,</u> работа котельных и др.	Мероприятия предусматриваются в случаях непосредственного вредного воздействия
Животный мир	Распугивание, нарушение мест обитания животных, рыб и других представителей животного мира, случайное уничтожение	Проведение комплекса природоохранных мероприятий, планирование работ с учетом охраны животных

#### 6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В современных ЭВМ очень высока плотность размещения элементов электронных схем. В непосредственной близости друг от друга располагаются соединительные провода, коммутационные кабели. При протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество теплоты, что может

привести к повышению температуры отдельных узлов до 80-100 °С. При этом возможно оплавление изоляции соединительных проводов, их оголение и, как следствие, короткое замыкание, которое сопровождается искрением, ведет к недопустимым перегрузкам элементов электронных схем. Последние, перегреваясь, сгорают с разбрызгиванием искр. Пожарная безопасность является важной составной частью безопасности, представляющая собой единый комплекс организационных и технических мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов в «камеральных» условиях.

Федеральным законом от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ утвержден «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (в ред. Федеральных законов от 10.07.2012 N 117-ФЗ, от 02.07.2013 N 185-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; снижение технологической взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий; 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»;
- для отвода избыточной теплоты от ЭВМ служат системы вентиляции;
- для локализации небольших загораний помещение оснащено углекислотными огнетушителями (ОУ-8 в количестве 2шт);

- установлена система автоматической противопожарной сигнализации (датчики-сигнализаторы типа ДТП).

В данном помещении не обнаружено предпосылок к пожароопасной ситуации. Это обеспечивается соблюдением норм при монтаже электропроводки, отсутствием электрообогревательных приборов и дефектов в розетках и выключателях.

## Выводы по разделу

При выполнении магистерской диссертации необходимо учитывать её социальное значение. Так как научно-исследовательские работы выполняются преимущественно в офисных помещениях, необходимо обеспечивать безопасность сотрудников на рабочем месте.

Социальная значимость данной работы однозначно определена. В разделе «Социальная ответственность» рассмотрены опасные и вредные производственные факторы, которые могут возникать на рабочем месте. Определены их источники возникновения, оптимальные показатели, а также воздействия этих факторов, средства и методы защиты от них.

Благодаря методам и средствам защиты, происходит снижение воздействия вредных и опасных факторов на физическое и психическое состояние человека, что способствует увеличению его работоспособности и повышению качества работы.

При выполнении работы были указаны основные источники и виды возникновения чрезвычайной ситуации на рабочем месте и месте пробоотбора. Рассмотрены основные действия при возникновении пожара на рабочем месте и основные нормы, и правила пожарной безопасности.



## Список использованной литературы и источников

### Список литературы

1. Балабко П.Н., Просяников Д.С. Сравнительное использование эколого-генетической и профильногенетической классификации при изучении аллювиальных почв // Вест. Моск. ун-та. Сер. 17, почвоведение. - 2010. - № 3. - С.21-27.
2. Васильев, А.А., Романова А.В. Железо и тяжелые металлы в аллювиальных почвах Среднего Предуралья – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2014. – 231 с.
3. Варава О.А. Почвы речных долин городских территорий: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2010. 26 с.
4. Дмитраков Л.М., Дмитракова Л.К. Изменение микроэлементного состава пойменных почв при колебании антропогенной нагрузки // Проблемы агрохимии и экологии. - 2009. - № 1. - С. 32-36.
5. Дюкарев А.Г. Природные ресурсы Томской области // А.Г. Дюкарев, Ю.А. Львов. – Новосибирск: Западно-Сибирское книжное изд-во, 1991. - 176 с.
6. Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н. Почвенно-географическое районирование Томской области // Почвоведение. 2002. № 3. С. 282–294.
7. Евсеева Н.С. География Томской области. – Томск: Изд-во Томского государственного университета, 2001, 223 с.
8. Евсеева Н.С., Пашнева Г.Е., Квасникова З.Н., Петров А.И. Загрязнение малых водосборов рек в агроландшафтах Томь-Яйского междуречья // Сборник Вопросы географии Сибири. – 2001. – С. 347 -356.
9. Зайдельман Ф.Р. Мелиорация заболоченных почв Нечерноземной зоны РСФСР. Л.: Колос, 1981. 168 с.

10. Казеев К.Ш. Почвоведение: учебник для академического бакалавриата — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2018. — 427 с.
11. Ковда В.А. Основы учения о почвах. Ч. 2. М.: Наука, 1973. 468 с.
12. Кудрявцев А.Е., Морковкин Г.Г., Грибов С.И. Почвоведение: Методическое пособие по проведению учебно-полевой - Барнаул: Изд-во АГАУ, 2000 - 45 с.
13. Михальчук А.А., Язиков Е.Г. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений. Часть II. Компьютерный практикум. Учебное пособие. - Томск: Изд. ТПУ, 2014.- 150 с.
14. Обухов А.И. Биогеохимия тяжелых металлов в городской среде // Почвоведение. – 1989. - № 5. – С. 65-73.
15. Овсепян А.Э., Федоров Ю.А., Зимовец А.А., Савицкий В.А. Оценка накопления ртути в объектах живой и неживой природы севера европейской территории России // В мире научных открытий. -2016. - №5(77).- С.116-133
16. Пасечник Е. Ю. Эколого-геохимическое состояние природных вод территории города Томска (правобережной части р. Томь) : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук : спец. 25.00.36 / Е. Ю. Пасечник ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) ; науч. рук. С. Л. Шварцев. — Томск, 2010. — 22 с.
17. Похолкова М. Ю. Эколого-геохимическая характеристика почв в районах расположения промышленных предприятий г. Томска : дипломный проект / М. Ю. Похолкова ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт природных ресурсов (ИПР), Кафедра

- геоэкологии и геохимии (ГЭГХ) ; науч. рук. Н. В. Барановская. — Томск, 2016. - 109 с.
- 18.Протасова А. Р. Использование овражных территорий города Томска для целей градостроительства // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXI Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения профессора М. И. Кучина, Томск, 3-7 апреля 2017 г.: в 2 т. — Томск: Изд-во ТПУ, 2017. — Т. 1. — С. 644-645.
- 19.Пузанов А.В., Салтыков А.В., Рождественская Т.А. Почвенно-биогеохимические особенности водосборного бассейна реки Томи // Мир науки, культуры, образования. – 2010. – № 4. – С. 272 – 274.
- 20.Ревина О.А., Ревин А.Г. Особенности геохимического состояния пойменных почв малых рек Смоленской области // Природа и общество: в поисках гармонии. – 2017. – № 3. – С. 96 – 101.
- 21.Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты. Материалы Международного симпозиума (Москва, 7-9 сентября 2010 г.). – М.: ГЕОХИ РАН, 2010. – 477 с.
- 22.Савичев О. Г. Сток наносов реки Томь (Западная Сибирь) // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. — 2007. — Т. 310, № 3. — С. 22-25.
- 23.Самсонова А. А. Оценка эколого-геохимического состояния поверхностных водных объектов на территории г. Томска: бакалаврская работа; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт природных ресурсов (ИПР), Кафедра гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии (ГИГЭ) ; науч. рук. О. Г. Савичев. — Томск, 2017. - 63 с.
- 24.Стародубцев И.А Елохин А.П. Оценка ущерба радиоактивного загрязнения окружающей среды на объектах использования

атомной энергии в условиях радиационной аварии // Глобальная ядерная безопасность. – 2015. - №2. – С. 7-23. (

25. Сергеева С. А. Режим стока малых рек Томь-Яйского междуречья: выпускная бакалаврская работа по направлению подготовки: 05.03.04 - Гидрометеология / - Томск, 2017. – 57 с.
26. Черникова А. В. Гидрологические условия формирования оврагов в г. Томске и на прилегающих территориях: магистерская диссертация / А. В. Черникова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР), Отделение геологии (ОГ); науч. рук. О. Г. Савичев. — Томск, 2019. - 138 с.
27. Язиков Е.Г., Барановская Н.В., Игнатова Т.Н. Эколого-геохимическая оценка территории района города по данным литогеохимической съемки. Методические указания по выполнению лабораторной работы № 2 по дисциплине «Геохимия, геохимический мониторинг окружающей среды» для студентов очного и заочного обучения специальности 020804 – Геоэкология – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 32 с.

## Нормативно-методические документы

- 28.ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы классификации
- 29.ГОСТ 12.1.003-83. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности
- 30.ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования
- 31.ГОСТ 12.1.019-79. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
- 32.ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов
- 33.ГОСТ Р ИСО 26000-2012. Руководство по социальной ответственности
- 34.Дополнение к сборнику сметных норма на геологоразведочные работы, (СН- 92). Выпуск 7. “Лабораторные исследования при геолого- экологических работах” – М.: ВИЭМС, 1995.
- 35.Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020)
- 36.Международный стандарт OHSА 18002:2008 Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Руководящие указания по OHSА 18001:2007
- 37.НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности

38. Опасные природные процессы: учебное пособие /Н.В. Крепша; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 290 с.
39. Ответственность организации. Требования. Международный стандарт 1С CSR-26000:2011
40. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий
41. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы
42. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
43. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки
44. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ
45. Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 N 426-ФЗ

#### Интернет ресурсы

46. Геоморфологические и геологические условия – гидрогеохимический режим заболоченных территорий в подтаёжной зоне Западной Сибири (на примере Тимирязевского болота у г. Томска) [Электронный ресурс] / URL:[https://studexpo.ru/331047/geologiya/geomorfologicheskie\\_geologicheskie\\_usloviya](https://studexpo.ru/331047/geologiya/geomorfologicheskie_geologicheskie_usloviya) - (дата обращения: 10.05.2022)
47. Земцов А.А География Томской Области [Электронный ресурс] / URL:

<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/services/Download/vtls:000114052/SOURCE1> - (дата обращения: 10.05.2021).

48. Классификация рек по Зайкову [Электронный ресурс] / URL: <http://www.pppa.ru/geology/about08/water15.php> - (дата обращения: 10.05.2022).
49. Климат Томска [Электронный ресурс] / URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/climate/29430.htm> - (дата обращения: 10.05.2022).
50. Метапром. Промышленный портал [Электронный ресурс] / URL: <https://www.metaprom.ru/regions/tomsk.html> - (дата обращения: 10.05.2022).
51. Отчет по экологической безопасности АО "СХК – Росатом [Электронный ресурс] / URL: <https://www.rosatom.ru/upload/iblock/e3c/e3cd0e769c6850b5a7a3edf82b05eb5e.pdf> - (дата обращения: 10.05.2022).
52. Физико-географическая характеристика реки Ушайки [Электронный ресурс] / URL: <https://www.freepapers.ru/15/fizikogeograficheskaya-harakteristika-reki-ushajki/4807.42467.list1.html> - (дата обращения: 10.05.2022)
- 53.
54. Клинский институт охраны труда [Электронный ресурс] / URL: <http://www.kiout.ru/info/publish/23599> - (дата обращения: 25.12.2019).
55. Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ. [Электронный ресурс] / URL: Режим доступа: [http://www.meteo22.ru/index.php?option=com\\_content&task=view&id=11](http://www.meteo22.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=11) - (дата обращения: 28.11.2021).
56. Справочник химика 21. Химия и техническая технология. [Электронный ресурс] / URL:

[https://www.chem21.info/pics/493570/-](https://www.chem21.info/pics/493570/)  
25.12.2019).

(дата обращения: