



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

Школа – Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки – 05.03.06 «Экология и природопользование»
ООП/ОПОП – Геоэкология
Отделение школы (НОЦ) – Отделение геологии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Ртуть в почвах Республики Алтай

УДК 546.49:631.4(571.151)

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г91	Герасимова Марина Александровна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Осипова Нина Александровна	К.Х.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Креницына Зоя Васильевна	К.Т.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Гуляев Милий Всеволодович			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Азарова Светлана Валерьевна	К.Г.-М.Н.		

Томск – 2023 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способность управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
УК(У)-10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Владение базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом экологических наук, обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию
ОПК(У)-2	Владение базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользования; методами химического анализа, знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли, экологии и эволюции биосферы, глобальных экологических проблемах, методами отбора и анализа геологических и биологических проб, а также навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации

ОПК(У)-3	Владение профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в общей геологии, теоретической и практической географии, общего почвоведения и использовать их в области экологии и природопользования
ОПК(У)-4	Владение базовыми общепрофессиональными (общезкологическими) представлениями о теоретических основах общей экологии, геоэкологии, экологии человека, социальной экологии, охраны окружающей среды
ОПК(У)-5	Владение знаниями основ учения об атмосфере, гидросфере, биосфере и ландшафтоведении
ОПК(У)-6	Владение знаниями основ природопользования, экономики природопользования, устойчивого развития, оценки воздействия на окружающую среду, правовых основ природопользования и охраны окружающей среды
ОПК(У)-7	Способность понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области экологии и природопользования
ОПК(У)-8	Владение знаниями о теоретических основах экологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска, способностью к использованию теоретических знаний в практической деятельности
ОПК(У)-9	Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
Профессиональные компетенции	
производственно-технологическая деятельность	
ПК(У)-1	Способность осуществлять разработку и применение технологий рационального природопользования и охраны окружающей среды, осуществлять прогноз техногенного воздействия, знать нормативные правовые акты, регулирующие правоотношения ресурсопользования в заповедном деле и уметь применять их на практике
ПК(У)-2	Владение методами отбора проб и проведения химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований, обработки, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методами оценки воздействия на окружающую среду, выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия
ПК(У)-3	Владение навыками эксплуатации очистных установок, очистных сооружений и полигонов и других производственных комплексов в области охраны окружающей среды и снижения уровня негативного воздействия хозяйственной деятельности
ПК(У)-4	Способность прогнозировать техногенные катастрофы и их последствия, планировать мероприятия по профилактике и ликвидации последствий экологических катастроф, принимать профилактические меры для снижения уровня опасностей различного вида и их последствий

ПК(У)-5	Способность реализовывать технологические процессы по переработке, утилизации и захоронению твердых и жидких отходов; организовывать производство работ по рекультивации нарушенных земель, по восстановлению нарушенных агрогеосистем и созданию культурных ландшафтов
ПК(У)-6	Способность осуществлять мониторинг и контроль входных и выходных потоков для технологических процессов на производствах, контроль и обеспечение эффективности использования малоотходных технологий в производстве, применять ресурсосберегающие технологии
ПК(У)-7	Владение знаниями о правовых основах природопользования и охраны окружающей среды, способностью критически анализировать достоверную информацию различных отраслей экономики в области экологии и природопользования
научно-исследовательская деятельность	
ПК(У)-14	Владение знаниями об основах землеведения, климатологии, гидрологии, ландшафтоведения, социально-экономической географии и картографии
ПК(У)-15	Владение знаниями о теоретических основах биогеографии, экологии животных, растений и микроорганизмов
ПК(У)-16	Владение знаниями в области общего ресурсоведения, регионального природопользования, картографии
ПК(У)-17	Способность решать глобальные и региональные геологические проблемы
ПК(У)-18	Владение знаниями в области теоретических основ геохимии и геофизики окружающей среды, основ природопользования, экономики природопользования, устойчивого развития



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 05.03.06. «Экология и природопользование»
Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП/ОПОП
_____ Азарова С.В.
(Подпись) (Дата) (ФИО)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
2Г91	Герасимова Марина Александровна

Тема работы:

Ртуть в почвах Республики Алтай	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	От 20.01.2023, 20-7/с

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <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 функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)</i></p>	<p>Литературные и фондовые материалы, нормативные документы, материалы научной работы, пробы почв, отобранные на территории Республики Алтай</p>
<p>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке <i>(аналитический обзор литературных источников 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"> 1. Ранее проведённые исследования. Содержание ртути в почвах 2. Физико-географическая характеристика территории исследования; 3. Методика проведения полевых и лабораторных исследований; 4. Результаты исследования почв; 5. Социальная ответственность при исследовании содержания ртути в почве особо охраняемых территорий Республики Алтай; 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Карта-схема Республики Алтай,</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Гуляев Милий Всеволодович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Криницына Зоя Васильевна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику

21.01.2023

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Осипова Н.А.	К.Х.Н.		

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г91	Герасимова Марина Александровна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
2Г91		Герасимова Марина Александровна	
Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение	Отделение геологии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/ОП/ОПОП	05.03.06 Экология и природопользование

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.3

Тема: Ртуть в почвах Республики Алтай
Объект исследования: почва Республики Алтай
Область применения: Достоверные данные о содержании ртути в почвах Республики Алтай, представляющие научный интерес для их дальнейшего изучения, а также для использования полученных данных как фоновых для Республики Алтай.
Рабочая зона: лаборатория 529-530 аудитории, 5 этаж, 20 корпус ТПУ (пр-кт Ленина, 2а ст5)
Размеры помещения: 4*4 м
Количество и наименование оборудования рабочей зоны
 Концентрация ртути определялась при помощи анализатора «РА-915М» с пиролитической приставкой «ПИРО-915», для подготовки проб использовалась кофемолка
Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: изучение содержания ртути в почве с помощью оборудования, обработка полученных результатов на компьютере.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:

- специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;
- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства, организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны:

- ГН 2.2.5.686-98
- ГОСТ 12.1.004-91
- ГОСТ 12.1.019-79
- ГОСТ 12.1.038-82
- ГОСТ Р 58698-2019
- ПНД Ф 12.13.1-03
- СанПиН 1.2.3685-21
- СанПиН 2.2.4.548-96. 2.2.4
- СНиП 23-05-95

2. Производственная безопасность:

- Анализ потенциальных вредных и опасных производственных факторов
- Обоснование мероприятий по снижению воздействия

Опасные факторы:

1. Производственные факторы, связанные с поражением электрическим током;
2. Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека;

Вредные факторы:

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Г91	Герасимова Марина Александровна

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение	Отделение геологии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/ООП	05.03.06 Экология и природопользование

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Использование информации, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах и изданиях, нормативно-правовых документах. Нормы расхода материалов - согласно сборнику сметных норм на геологоразведочные работы, выпуск 2 «Геолого-экологические работы».
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Технико-экономическое обоснование целесообразности выполнения работ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование исследовательской работы, составление календарного плана-графика, формирование бюджета на проводимое исследование.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Обоснование эффективности выполненной работы.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

- График проведения и бюджет НИ
- Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком	
--	--

Задание выдал консультант по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Криницына Зоя Васильевна	К.Т.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г91	Герасимова Марина Александровна		

	1. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на рабочем месте; 2. Отсутствие или недостаток необходимого и естественного освещения; 3. Повреждение химическими веществами; 4. Монотонность труда, вызывающая монотонию; 5. Длительное сосредоточенное наблюдение
3. Экологическая безопасность:	Воздействие на литосферу: нетоксичные бытовые отходы Воздействие на гидросферу: нет Воздействие на атмосферу: нет
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС: Техногенные аварии (пожар, взрыв в рабочем помещении) Наиболее типичная ЧС: пожар в рабочем помещении
Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком	

Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Гуляев Милий Всеволодович	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г91	Герасимова Марина Александровна		



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 05.03.06 «Экология и природопользование»
Уровень образования – бакалавриат
Отделение геологии
Период выполнения – осенний / весенний семестр 2022/2023 учебного года

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

Обучающийся:

Группа	ФИО
2Г91	Герасимова Марина Александровна

Тема работы:

Ртуть в почвах Республики Алтай

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.04.2023	Ранее проведённые исследования. Содержание ртути в почвах	10
05.03.2023	Физико-географическая характеристика территорий исследования	15
27.04.2023	Методика проведения полевых и лабораторных работ	15
05.05.2023	Результаты исследования почв	30
08.05.2023	Социальная ответственность	15
24.05.2023	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП/ОПОП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Азарова Светлана Валерьевна	к.г.-м.н.		

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г91	Герасимова Марина Александровна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 55 страницы, 12 рисунков, 19 таблиц, 46 источников.

Ключевые слова: почва, концентрация, ртуть, заповедник, озеро Телецкое, река Чулышман.

Объект исследования – почва с территорий Республики Алтай.

Цель работы – определить концентрацию ртути в почве с территорий Республики Алтай, установить особенности и источники её распределения по территории.

В процессе исследования проводились: обзор литературы по теме, лабораторные исследования, анализ и обработка полученных данных.

В результате исследования изучены концентрации ртути в почве, проведено эколого-геохимическое исследование территории, сделаны выводы по результатам исследований.

Значимость работ: результаты, полученные при проведении исследований, могут найти широкое применение при дальнейших исследованиях Республики Алтай, а также при детальном изучении эколого-геохимических особенностей Алтайского заповедника.

Оглавление

Реферат	1
Введение.....	4
1 Ранее проведённые исследования. Содержание ртути в почвах.....	6
2 Физико-географическая характеристика территорий исследования.....	10
2.1 Административно-географическое положение и рельеф	10
2.2 Природно-климатическая характеристика	10
2.3 Гидрологическая характеристика.....	11
2.4 Геологическая характеристика	12
2.5 Почвенная характеристика.....	13
3 Методика проведения полевых и лабораторных исследований	15
3.1 Методика отбора и подготовки проб	15
3.2 Определение ртути атомно-адсорбционным методом.....	16
3.3 Сравнение результатов метода ААС с результатами ИСП-МС.....	17
4 Содержание ртути в почвах Республики Алтай	19
4.1 Результаты исследования почв методом атомно-адсорбционной спектрометрии	21
5 Социальная ответственность	28
Введение.....	28
5.1 Производственная безопасность	28
5.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.....	28
5.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.....	33
5.2 Экологическая безопасность.....	34
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	34
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение... 37	
6.1 Потенциальные потребители результатов исследований.....	37
6.2 Цели и результаты проекта	38
6.3 Организационная структура проекта	39
6.4 Иерархическая структура работ проекта.....	40
6.5 Календарный график Ганта.....	40

6.6 Составление технического плана	42
6.7 Расчет времени труда.....	42
6.8 Расчет заработной платы исполнителей работ	43
6.9 Расчет затрат на материалы	45
6.10 Расчет амортизационных отчислений.....	46
Заключение	49
Список литературы	50

Введение

Среди загрязнителей окружающей среды тяжелые металлы занимают приоритетное место, так как они являются токсичными. Ртуть считается одним из наиболее опасных веществ как в элементном виде, так и в виде химических соединений [5]. Ртуть обладает способностью распространяться во всех компонентах окружающей среды, мигрировать, накапливаться в пищевых цепях и претерпевать трансформации как в техногенных, так и в природных условиях [12]. Различные формы существования ртути определяют ее токсические свойства, такие как: мутагенность, канцерогенность, эмбриотоксичность, нейротоксичность и другие. Из-за этих свойств, ртуть относят к первой категории опасности по токсическому воздействию на все живые организмы [13].

Год от года увеличивается количество ртути, загрязняющей биосферу. Это происходит из-за растущего использования ртути и ее соединений в промышленности, что приводит к расширению путей их выхода в окружающую среду. Ртуть из соединений распространяется по воздуху на большие расстояния и затем оседает на земле и в водоемах вместе с дождевыми осадками. Она накапливается в растениях и живых организмах через пищевые цепи, вызывая различные заболевания и отравления [12,13].

Изучение ртути представляет интерес не только на территориях с техногенным загрязнением, но и на экологически чистых территориях. Это позволит вовремя оценить состояние окружающей среды и уровень негативного воздействия ртути на живые организмы всех уровней, включая людей.

Основное хранилище ртути - почва, её состав зависит от различных факторов, например от техногенной нагрузки на промышленных территориях. Даже в пределах одного региона микроэлементный состав почвы может серьезно отличаться. Вопрос распространения концентрации ртути на территориях без техногенного загрязнения, таких как особо охраняемые территории Республики Алтай, остается актуальным. Разнородные

почвообразующие породы, высокогорные ландшафты и наличие пород вулканосадочного литогенеза влияют на пространственную неоднородность распределения ртути на территориях с первозданным ландшафтом. Наличие вулканогенного материала в подстилающей породе оказывает влияние на содержание ртути в почвах и водоемах [6,10].

Цель работы – определение содержания ртути в почве с территорий Алтайского заповедника. Помимо этого, важно выявить особенности и источники распределения ртути на исследуемых территориях. Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1) определить содержание ртути в пробах на территории Республики Алтай в Алтайском биосферном заповеднике: на правом берегу озера Телецкое и вдоль его притока – Чулышмана;

2) провести оценку содержания ртути в почве путём сравнения с кларковыми и фоновыми концентрациями;

3) провести дифференциацию изученных территорий по уровню содержания ртути.

Это одно из первых обширных исследований содержания ртути в почве, на территории Алтайского заповедника. Был проведен анализ содержания ртути в почве, а также выявлены особенности распределения ртути и источники ее поступления в объекты исследования.

1 Ранее проведённые исследования. Содержание ртути в почвах

Почва – долговременная среда, которая способна накапливать в себе загрязняющие вещества, в том числе и ртуть, поэтому необходима детальная оценка их состояния на территории с использованием различных методов исследований.

Поэтому изучение химического состава почвы является одной из важнейших задач, решение которой осуществляется в рамках эколого-геохимических исследований [20].

В отношении почвы установлены санитарные правила, регламентирующие гигиенические требования к качеству почвы (СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания").

Ртуть (Hg) – это тяжелый металл, который находится в природе в виде минерала киноварь (HgS) и может быть получен из него путем обогащения. Ртуть является жидким металлом, который при комнатной температуре обладает высокой плотностью, высоким поверхностным натяжением и практически отсутствующим паровым давлением. Эти свойства делают ртуть полезной во многих промышленных процессах, включая производство хлора и щелочи, электроэнергетику, приборостроение, а также производство зеркальных покрытий и косметических продуктов [19].

Ртуть является высокотоксичным веществом, которое может накапливаться в организмах живых существ и приводить к серьезным заболеваниям. Кроме того, ртуть является одним из наиболее распространенных загрязнителей окружающей среды и может накапливаться в почве, воде и воздухе. Ртуть имеет множество промышленных и медицинских применений, однако ее использование должно тщательно контролироваться, для предотвращения загрязнения окружающей среды.

Метилртуть является особенно токсичным соединением для живых организмов, поскольку она может проникать через кожу и дыхание, вызывая различные заболевания. Кроме того, метилртуть может накапливаться в

жировой ткани животных и рыб, которые являются источником пищи для человека, что приводит к отравлению ртутью.

Ртуть может накапливаться в тканях человека, что может привести к серьезным заболеваниям. Одним из таких заболеваний является минаматская болезнь, которая возникает у людей, употребляющих рыбу, загрязненную метилртутью. Симптомы минаматской болезни могут включать нарушения зрения и слуха, нарушение координации движений, а также психические расстройства [16].

Кроме того, ртуть может проникать в организм человека через кожу и вызывать различные заболевания. Например, при длительном контакте с ртутью может развиваться дерматит или другие заболевания кожи. Также ртуть может вызвать респираторные заболевания при вдыхании ее паров [14].

В целом, ртуть является опасным веществом для здоровья человека и требует принятия соответствующих мер по предотвращению контакта с ней. Среди таких мер могут быть использование защитных средств при работе с ртутью, контроль за содержанием ртути в окружающей среде и пищевых продуктах, а также ограничение использования ртутных стоматологических пломб [18].

Загрязнение окружающей среды ртутью является серьезной проблемой, в основном это связано с деятельностью человека.

На рисунке 1 показана схема природных и антропогенных источников загрязнения почв тяжелыми металлами [12].



Рисунок 1 – Природные и антропогенные источники загрязнения почв тяжелыми металлами [12]

Ртуть может попадать в почву как естественным путём, так и антропогенным. Естественные источники представляют собой вулканическую и сейсмическую активности, а также эрозию горных пород, содержащих ртуть. Антропогенные источники включают в себя различные виды производств, сельское хозяйство [15].

Одни из основных антропогенных источников загрязнения почвы ртутью – это промышленные и бытовые отходы (люминесцентные лампы, термометры, другие измерительные приспособления) и использование пестицидов в сельском хозяйстве [17].

Другим источником загрязнения почвы ртутью является производство электроэнергии, в том числе сжигание угля. Ртуть, содержащаяся в угле, попадает в атмосферу при сжигании и затем оседает на почву. Также, ртуть содержится в отходах промышленности, таких как отходы от золототвальных работ, производства бумаги и целлюлозы, а также в медицинских отходах, включая ртутные термометры и шприцы. Следует отметить, что в разных регионах мира источники загрязнения почвы ртутью могут различаться в зависимости от местных условий и деятельности человека [30].

Ртуть является токсичным элементом и может причинять вред человеку и окружающей среде. Ее наличие в почве приводит к загрязнению грунтовых

вод, а также к негативным последствиям для растительности и животного мира.

Известно, что высокие концентрации ртути в почве убивают микроорганизмы, которые разлагают органические вещества и делают их доступными для растений. Кроме того, ртуть может привести к изменению рН-уровня почвы, что также негативно скажется на её состоянии [40].

Высокие концентрации ртути в почве приводят к снижению плодородия почвы и ухудшению качества урожая. Растения, выращенные на почвах, загрязненных ртутью, накапливают ее в своих тканях, что приводит к увеличению содержания ртути в пищевых продуктах [12].

В целом, проблема загрязнения почвы ртутью имеет серьезные последствия для окружающей среды и здоровья человека. Необходимы исследования и меры по предотвращению загрязнения ртутью, для сохранения здоровья почвы и окружающей среды.

2 Физико-географическая характеристика территорий исследования

2.1 Административно-географическое положение и рельеф

Территории, выбранные для анализа, расположены в северо-восточной части Республики Алтай, в Алтайском заповеднике. Они охватывают правый берег Телецкого озера и протягиваются вдоль его притока - Чулышмана.

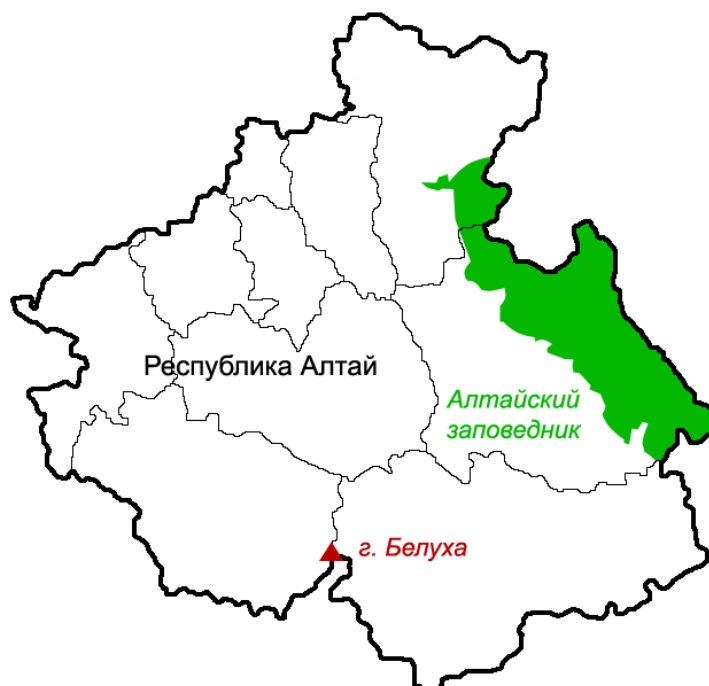


Рисунок 2 – Карта-схема Республики Алтай (Google фото)

Алтайский заповедник находится в северо-восточной части Алтая, близ Телецкого озера, и занимает основным образом бассейн реки Чулышман, на границе верховьев Оби и Енисея. Он был создан в 1932 году и существует в своих нынешних границах с 1968 года. Заповедник имеет площадь около 882 тысяч гектаров, из которых около 250 тысяч гектаров покрыты лесами, а 13 тысяч гектаров занимают водоемы.

2.2 Природно-климатическая характеристика

Территория заповедника имеет континентальный и горный климат одновременно. Первый фактор обусловлен географическим положением в центре Азиатского материка, а второй - местоположением в среднегорно-высокогорном поясе Алтайской горной системы [30]. Климат здесь формируется циклонической циркуляцией, азиатским антициклоном и воздушными арктическими массами. Рельеф отдельных районов также

оказывает значительное влияние на климат. В целом, климатические условия территории имеют сезонный характер: продолжительная морозная зима, короткое и влажное лето, продолжительные и холодные весна и осень. Многообразие микроклиматических условий обусловлено высотной зональностью климата.

Азиатский антициклон оказывает значительное воздействие на погодные условия в осенне-зимний период, в то время как циклоническая активность западного переноса определяет теплый период. Климат Монголии с ее аридными условиями оказывает влияние на южные районы заповедника. Климатические условия включают в себя значительную разницу в температуре воздуха между вершинами высоких гор и долинами среднегорья, высокий уровень солнечной радиации в зимний период, широко развитую горно-долинную циркуляцию воздуха и большое количество осадков.

Интенсивность осадков изменяется в зависимости от местоположения. В северной части Алтая количество осадков достигает более 800 мм в год, а высота снежного покрова может достигать 1,5-2 м. На юге же, в долине реки Чулышман осадков значительно меньше - менее 500 мм в год, и снежные осадки встречаются крайне редко. Средняя температура января $-7,0$ °С, средняя температура июля $+17,1$ °С, годовая сумма осадков 878,6 мм.

2.3 Гидрологическая характеристика

На западе заповедника территория ограничена рекой Чулышман и Телецким озером. Гидрографическая система заповедника очень разветвленная, в среднем $1,5 - 2,0$ км/км². Большинство рек начинаются на Абаканском и Шапшальском хребтах и пересекают заповедник в широтном направлении. Телецкое побережье дренирует около 70 рек, крупнейшая из которых – Чулышман, вытекающая из озера Джулукуль и несет основную массу воды (67%). Река Чулышман протекает через заповедник на протяжении 60 км. Кроме того, наибольшую протяженность, водность и развитие крупных долин имеют реки Чульча, Шавла и Богояш. Верховья рек, которые не

покрыты лесом, имеют корытообразные долины, выпаханные ледниками, а в среднем и нижнем течении реки имеются крутые склоны, покрытые лесом.

Заповедник является крупнейшим озёрным краем, который насчитывает 2560 озер в бассейнах Чулышмана и Телецкого озера, среди которых 1190 озер с площадью более 1 га. Котловины этих озёр являются результатом механизма образования каровых озер, вызванных ледниковым воздействием. Каровые озера имеют обрывистые берега, овальную или круглую форму, и глубину до 35-50 метров. В юго-восточной части заповедника можно найти термокарстовые озера, которые представляют собой мелкие одиночные овальные озера или причудливые комплексы соединенных термокарстовых котловин с грядово-котловинным дном и небольшими островами [30].

Самое крупное высокогорное озеро в заповеднике - Джулукуль, находится в одноименной котловине на высоте 2200 метров над уровнем моря, и имеет площадь 3020 га, глубину 7-9 метров и протяженность около 10 км.

2.4 Геологическая характеристика

На территории заповедника находится уникальная морфоструктура – Телецко-Чулушманский новейший раздвиг протяженностью 250 км., шириной – от 0,5-3 км. Крупные древние обвалы осложняют подножия бортов долины Чулушмана. В разрезах запечатлены толщи последнего межледникового и ледникового цикла. В ходе начавшегося оледенения создавались подпрудные условия и в долинах рек шло накопление констративного дельтового аллювия и озерно-ледниковых осадков вплоть до накрытия местности ледовым чехлом. Имеются также уникальные озерно-ледниковые глины и алевриты бардово-коричневого цвета. В условиях альпийского высокогорья четко запечатлен рельеф стадияльного сокращения оледенения в заключительную фазу. Слабые криогенные инволюции грунтов наблюдались в правобережной пойме реки Чулушман.

Современное курумообразование развивается выше 2000 метров, а пятна-медальоны и полигональные грунты – выше 1950 метров. Торфяные бугры пучения высотой до 4-4,5 метров, осложненные термокарстовыми

перевалами встречаются на высоте 1700 метров. В рельефе прителецкого высокогорья широкое развитие имеют нивальные ниши и нагорные террасы – результат древних ледниковых эпох и похолоданий – остатки слаборасчлененного древнего дочетвертичного "пенеплена". Зафиксированные солифлюкционно-оплывинные процессы, а местами и криогенная дисерпция. Имеются комплексы гряд гигантской ряби. Эоловые накопления представляют собой продольные вытянутые с севера на юг гряды [17].

Геологический фундамент территории заповедника сложен метаморфическими горными породами протерозоя и палеозоя (хлоритовый и кристаллический сланцы, филлит, гнейс), а также магматическими интрузивными породами кембрийского периода (гранитоиды). В межгорных впадинах, долинах рек и на горных склонах широкое распространение имеют ледниковые отложения четвертичного периода. В речных долинах нижнего пояса гор распространены аллювиальные отложения голоцена [19].

2.5 Почвенная характеристика

Почвенному покрову территории характерна вертикальная поясность и широтная зональность.

Почвенный покров территории заповедника характеризуется вертикальной поясностью и широтной зональностью. По степным склонам развиты преимущественно черноземовидные видные и каштановидные примитивные сильнощербнистые почвы. В северной части заповедника под черневыми осиново-пихтовыми и пихтово-кедровыми лесами формируются оподзоленные буроземы и серые лесные почвы. В тайге под пихтово-кедровыми, кедровыми и елово-кедровыми лесам образуются кислые скрытоподзолистые, дерновые неоподзоленные и перегнойно-подзолистые почвы. Под лиственничной тайгой преобладают дерново-подзолистый и перегнойно-подзолистый процессы. В центральной части заповедника под лиственничными и кедровыми лесами образуются маломощные подзолы, а на границе с высокогорьем - перегнойные и дерново-перегнойные почвы.

В высокогорьях при низких температурах и повышенном атмосферном увлажнении формируются на каменисто-щебнистой основе горно-тундровые примитивные торфянистые и торфяно-глеевые почвы. Среди Джулукульской котловины развиты горно-тундровые дерновые почвы под овсяницевыми и кобрезиевыми лугами.

Горно-луговые почвы характерны для пологих склонов южных экспозиций, а также ложбин и котловин, заняты) высокогорными лугами.

Более 20% площади заповедника покрыто скальными обнажениями, каменистыми осыпями, галечниками, снежниками.

На рисунке 3 представлен фрагмент почвенной карты Республики Алтай.



Рисунок 3 – Фрагмент почвенной карты Республики Алтай [40]

3 Методика проведения полевых и лабораторных исследований

3.1 Методика отбора и подготовки проб

Для отбора проб использовался маршрутный метод в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-2017., ГОСТ 17.4.4.02-2017 [12,13]. Пробы почв были отобраны летом 2021 г. коллективом ученых Тихоокеанского института геологии ДВО РАН, Дальневосточного геологического института ДВО РАН (г.Владивосток): в.н.с., д.б.н, Паничев А.М., к.б.н. Середкин И.В., м.н.с. Попов Н.Ю.; Томского политехнического университета (г. Томск): д.б.н. Барановская Н.В., к.г.-м.н. Соктоев Б.Р.

Пробы отбирались на территории Республики Алтай: правый берег озера Телецкое, берег реки Чулышман. Всего было отобрано для изучения: 53 пробы почвы. На рисунке представлена карта с точками отбора проб:

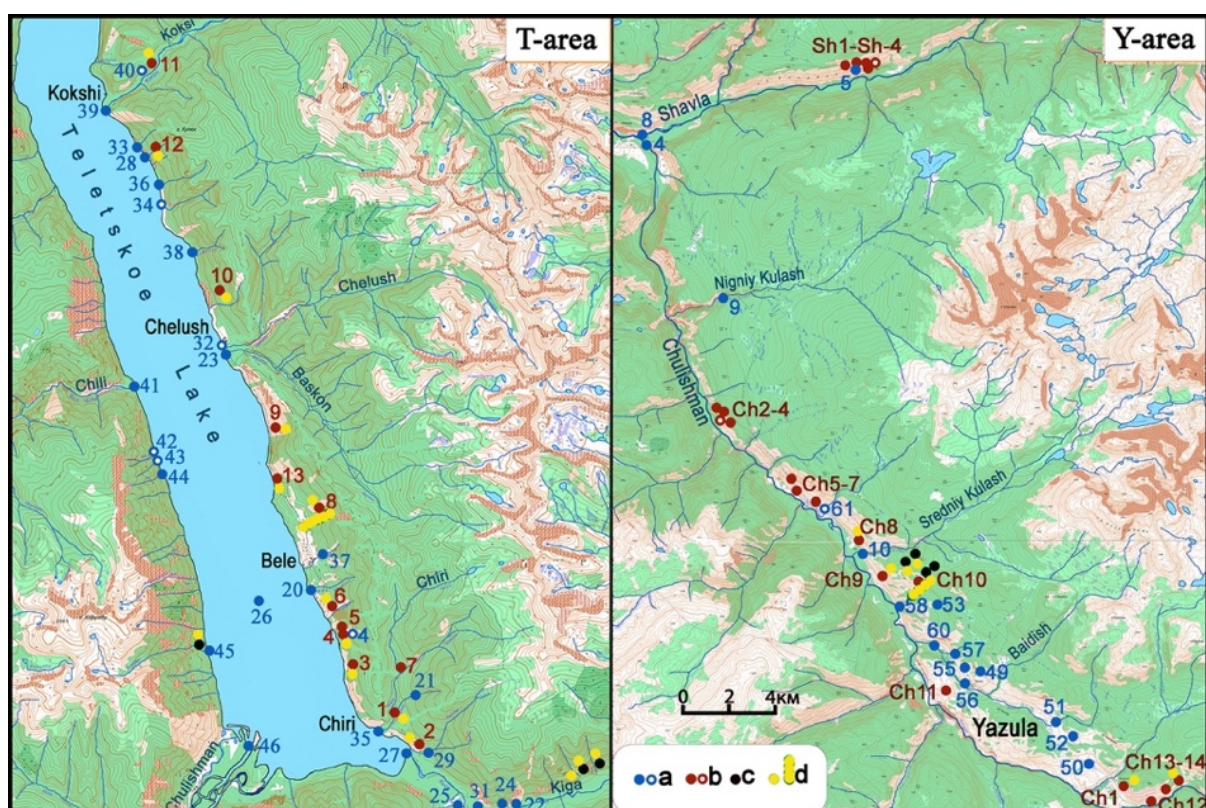


Рисунок 4 – Точки отбора фактического материала: а - пробы воды; б - кудуриты и визуально похожие несъеденные земли; в - гранитоиды; г – растительность [43]

Пробы были просушены при комнатной температуре, из общей массы были удалены крупные посторонние частички, а уже после пробы почв были просеяны с помощью сито до 1 мм фракции.

Для определения ртути в части проб методом ИСП-МС пробы предварительно разлагались в микроволновой печи в соляной и смеси азотистой и фтороводородной кислот в пропорции 10:1.

3.2 Определение ртути атомно-адсорбционным методом

Исследование было проведено методом атомной абсорбции с помощью анализатора ртути «РА-915М» (предназначен для измерения массовой концентрации паров ртути в атмосферном воздухе, воздухе жилых и производственных помещений в полевых и лабораторных условиях) с приставкой «ПИРО-915+» (предназначена для термической деструкции пробы и перевода ртути из связанного состояния в атомарное) путём восстановления связанной ртути из атомизатора в аналитическую кювету воздухом без предварительного озоления. В качестве стандарта для изучения проб почвы использовали стандартный образец почвы СДПС-3 (комплекс СДПС) с содержанием ртути 0,290 мг/г.

Достоинствами данного метода анализа являются:

- отсутствие необходимости пробоподготовки;
- определение ртути без ее предварительного накопления на золотом сорбенте;
- широкий динамический диапазон измерений (более трех порядков);
- устранение влияния высоких содержаний хлорид-ионов и бензола в пробе на результаты анализа нагревом аналитической кюветы до 700°C;
- визуализация процесса выхода ртути из образца;
- стабильность градуировочного коэффициента обеспечивается встроенной системой контроля скорости прокачки и мощности нагревателей.

Метод атомной абсорбции основан на поглощении невозбуждёнными атомами в свободном состоянии резонансного излучения, испускаемого прибором. В результате этого атомы переходят в возбужденное состояние.

Снижающие точность измерения факторы, например, аэрозоль или пыль, исключает Зеемановская коррекция фона [25].

Для управления анализатором ртути РА-915+ с компьютера, обработки, визуализации, хранения данных, получаемых с анализатора, используется программа RA915P. Программа работает в графической операционной среде Windows 95-2000 (NT), разрешение экрана монитора 600x800.

Система регистрации сигналов на приставке ПИРО-915+.

3.3 Сравнение результатов метода ААС с результатами ИСП-МС

Дополнительно пробы почв с территории заповедника были обработаны в научно-производственной лаборатории «Чистая вода» методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС). Этот метод позволяет определять большое количество элементов, но отличает этот метод простой способ пробоподготовки с микроволновым разложением исследуемой пробы в смеси кислот и низкими пределами обнаружения [10].

Дополнительное изучение проб необходимо для определения достоверности полученных результатов. По полученным результатам ИСП-МС, представленным в сравнении с нашими результатами методом ААС (рис.3) видно, что сходимость у результатов исследования хорошая, что подтверждает их достоверность.



Рисунок 5 – Сходимость результатов определения ртути в почве методами ААС и ИСП-МС с шести участков

4 Содержание ртути в почвах Республики Алтай

Всего были изучены 53 пробы почвы. Результаты измерений методами атомной адсорбции и масс-спектрометрии представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения концентрации ртути в исследуемых пробах почвы методами атомной адсорбции и масс-спектрометрии

№ п/п	Шифр пробы	ААС	ИСП-МС	Район отбора
		Содержание ртути, мкг/кг		
1	Т 16	55,3	77,31	р. Сумульта
2	Т 17	40,3	57,72	р. Сумульта
3	Т 18	72,6	151,62	р. Сумульта
4	Т 18	67,6	125,96	р. Сумульта
5	Т19	18,6±1,1	18,32	кордон Чири, Солонец
6	Т 21	5,5±0,6	6,25	кордон Чири
7	2119031	18,6±1,1	18,32	кордон Чири
8	2120021	5,0±0,8	5,5	кордон Чири
9	2121021	36,6±2,1	31,2	кордон Чири солонец
10	2123021	13,1±1,2	30,49	кордон Чири
11	Т 27	31,6±5,9	44,87	кордон Кокши
12	Т 28	21,0±1,9	7,2	кордон Кокши
13	Т 29	31,4±4,3	32,69	кордон Кокши, над солонцом
14	Т 30	41,5±1,5	43,16	кордон Кокши, солонец
15	Т 32	21,9±1,8	6,25	кордон Беле
16	Т 34	3,5±0,1	6,25	кордон Беле солонец
17	Т 35	88,3±1,8	136,24	кордон Беле противоположный берег, граниты
18	Т 40	16,5±2,7	6,25	кордон Беле
19	Т 40/1	17,5±0,6	5,51	кордон Беле
20	Т 41	8,8±0,2	16,33	кордон Беле
21	Т 36	17,1±3,9	32,69	р. Карасу
22	Т 37	29,9±1,8	35,41	р. Карасу
23	Т 22	37,3±0,4	62,99	р. Карасу
24	Т 23	59,5±0,2	39,71	р. Карасу
25	Т 24	20,5±7,4	9,4	р. Карасу
26	Т 25	52,3±0,8	81,72	р. Карасу
27	Т 26	11,8±3,0	23,29	р. Карасу
28	Т 50	18,1±3,1	23,49	с. Язула
29	Т 51	11,4±0,1	10,85	с. Язула
30	Т 52	29,8±2,1	37,39	с. Язула над солонцом
31	Т 53	11,8±2,3	19,34	с. Язула
32	Т 54	96,5±10,7	159,79	с. Язула граниты
33	Т 55	69,2±0,1	112,79	с. Язула
34	Т 56	5,3±0,2	1,66	с. Язула
35	Т 57	11,4±0,6	8,53	с. Язула
36	Т 58	14,1±0,1	15,43	с. Язула

37	T 59	15,5±2,6	38,48	с. Язула
38	T 60	6,4±0,1	6,25	с. Язула
39	T 61	23,9±1,3	29,37	с. Язула
40	T 62	9,1±2,3	15,59	с. Язула
41	T 70	25,3±0,1	13,69	с. Язула
42	T 71	18,5±0,5	23,38	с. Язула
43	T 72	52,3±1,1	43,25	с. Язула
44	T 73	77,2±5,1	91,12	с. Язула
45	T 75	47,5±2,0	56,54	с. Язула
46	T 81	75,0±4,3	91,12	с. Язула
47	T 82	66,2±2,2	6,25	с. Язула
48	T 90	35,0±5,8	56,71	с. Язула
49	T 91	53,1±5,3	72,58	с. Язула
50	T 92	20,1±1,5	7,04	с. Язула
51	T 93	39,5±0,6	53,24	с. Язула
52	T 94	77,0±4,0	128,56	с. Язула
53	T 96	18,4±3,0	8,53	с. Язула

4.1 Результаты исследования почв методом атомно-адсорбционной спектрометрии

На рисунках 6 – 11 представлены графики по содержанию ртути в почвах каждого из шести исследуемых участков.

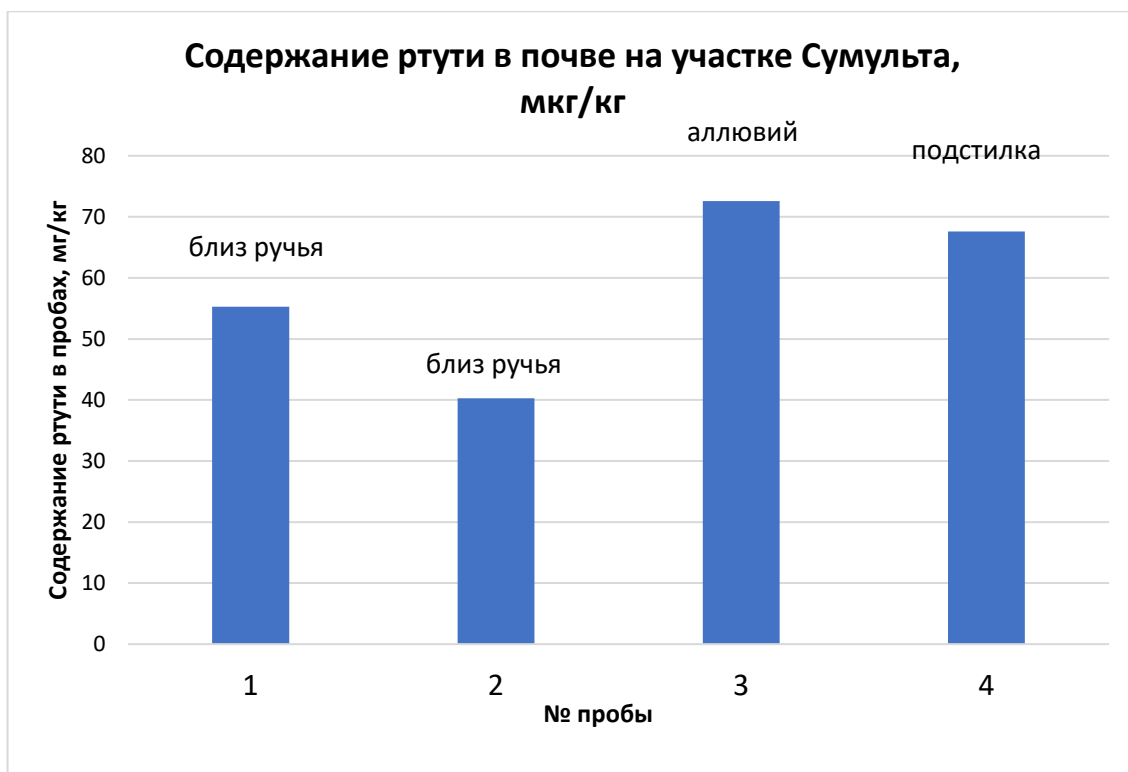


Рисунок 6 – Содержание ртути в почве участка Сумульта

На территории участка Сумульта было отобрано 4 пробы почвы. Результаты измерения содержания ртути в пробах методом атомной адсорбции представлены на графике (рис.6).

Среднее содержание ртути в почвах территории участка Сумульта составило 57,5 мкг/кг, при максимальном и минимальном содержании 72,6 и 40,3 мкг/кг соответственно. Среднее содержание ртути не превышает кларк, но в некоторых пробах содержание ртути выше кларкового значения. Для сравнения использовался кларк по Григорьеву, 2009 год – содержание ртути в верхней части континентальной земной коры, равное 0,065 мг/кг (65 мкг/кг) [28].

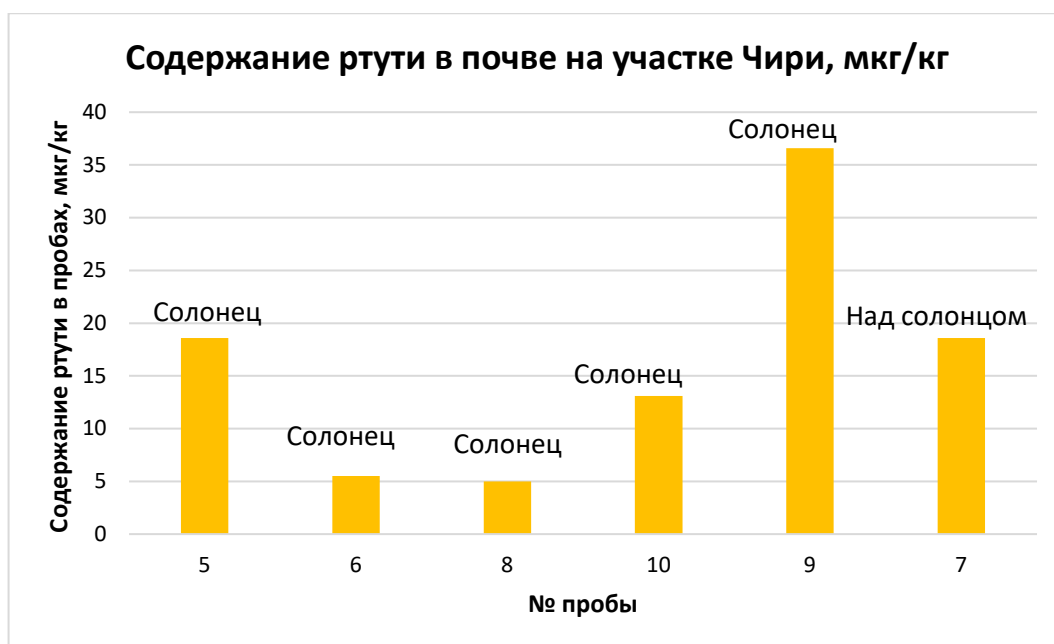


Рисунок 7 – Содержание ртути в почве участка Чири

На территории участка Чири было отобрано 6 проб почвы. Результаты измерения содержания ртути в пробах методом атомной адсорбции представлены на графике (рис.7).

Среднее содержание ртути в почвах территории участка Чири составило 12,9 мкг/кг, при максимальном и минимальном содержании 36,6 и 5 мкг/кг соответственно. Среднее содержание ртути не превышает кларк, во всех пробах значения получились ниже кларка. [28].

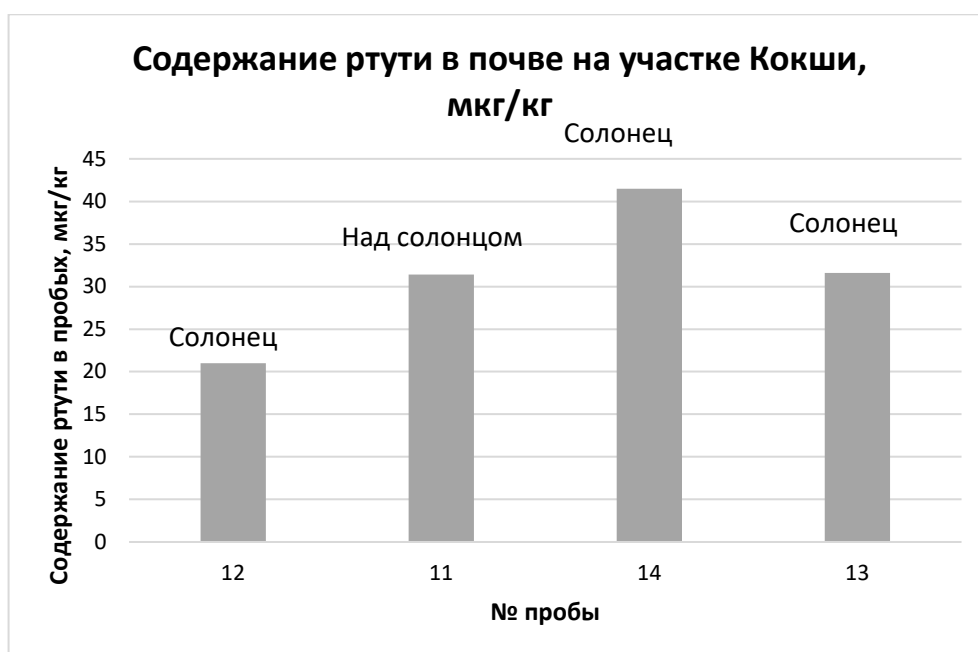


Рисунок 8 – Содержание ртути в почве участка Кокши

На территории участка Кокши было отобрано 4 пробы почвы. Результаты измерения содержания ртути в пробах методом атомной адсорбции представлены на графике (рис.8).

Среднее содержание ртути в почвах территории участка Кокши составило 30,5 мкг/кг, при максимальном и минимальном содержании 41,5 и 21 мкг/кг соответственно. Среднее содержание ртути не превышает кларк, во всех пробах значения получились ниже кларка [28].

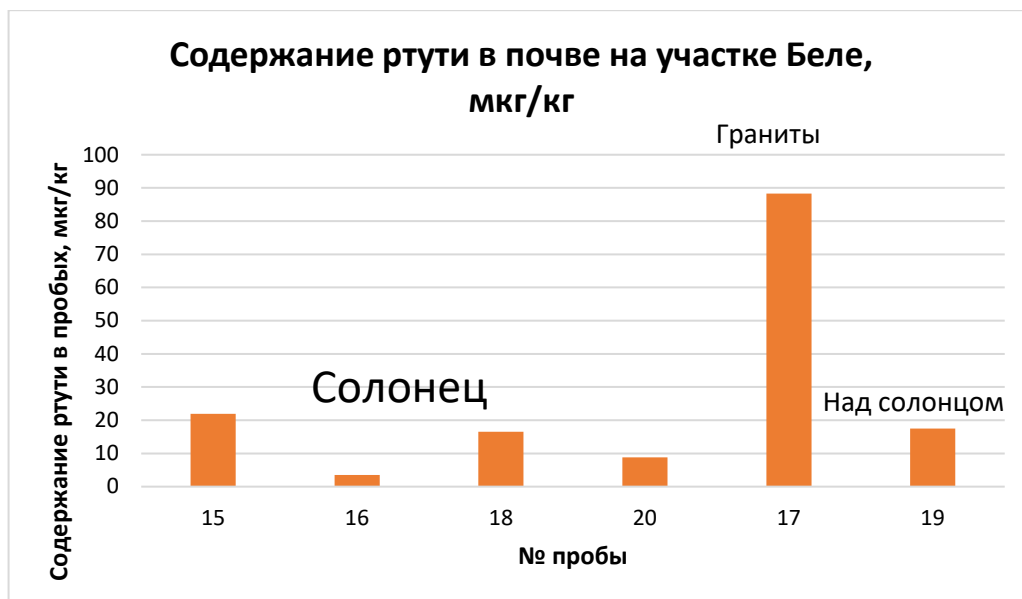


Рисунок 9 – Содержание ртути в почве участка Беле

На территории участка Беле было отобрано 6 проб почвы. Результаты измерения содержания ртути в пробах методом атомной адсорбции представлены на графике (рис.9).

Среднее содержание ртути в почвах территории участка Беле составило 16,1 мкг/кг, при максимальном и минимальном содержании 88,3 и 3,5 мкг/кг соответственно. Среднее содержание ртути не превышает кларк, в одной пробе значения превышают кларк почти в 1,4 раза [28].

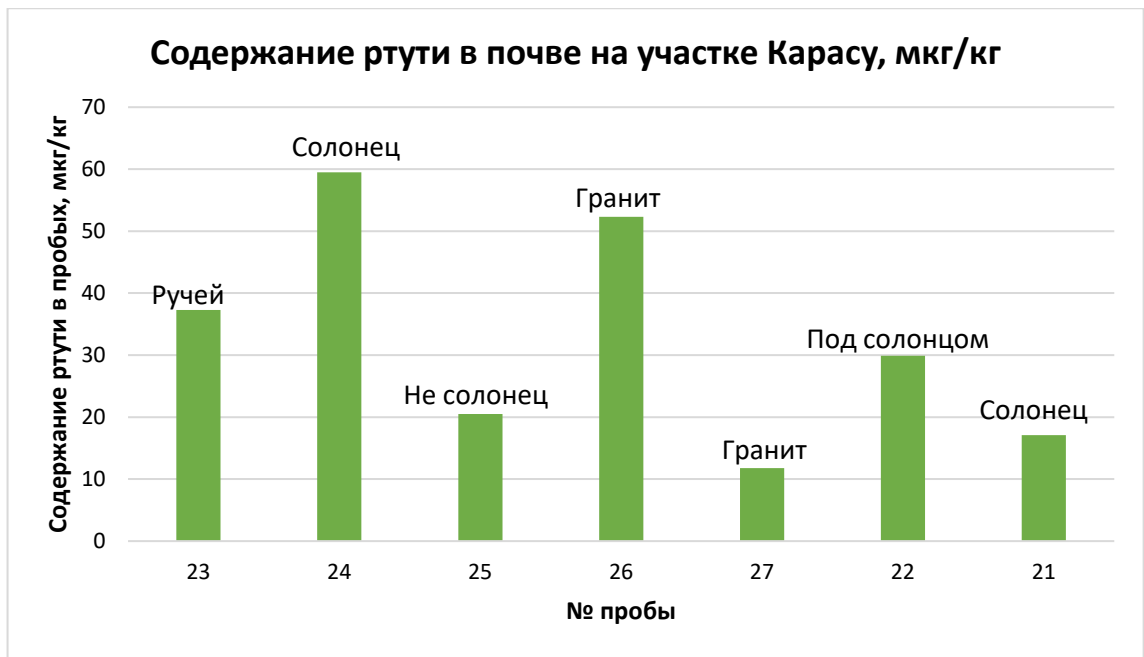


Рисунок 10 – Содержание ртути в почве участка Карасу

На территории участка Карасу было отобрано 7 проб почвы. Результаты измерения содержания ртути в пробах методом атомной адсорбции представлены на графике (рис.10).

Среднее содержание ртути в почвах территории участка Карасу составило 28,2 мкг/кг, при максимальном и минимальном содержании 59,5 и 11,8 мкг/кг соответственно. Среднее содержание ртути не превышает кларк, во всех пробах значения получились ниже кларка [28].

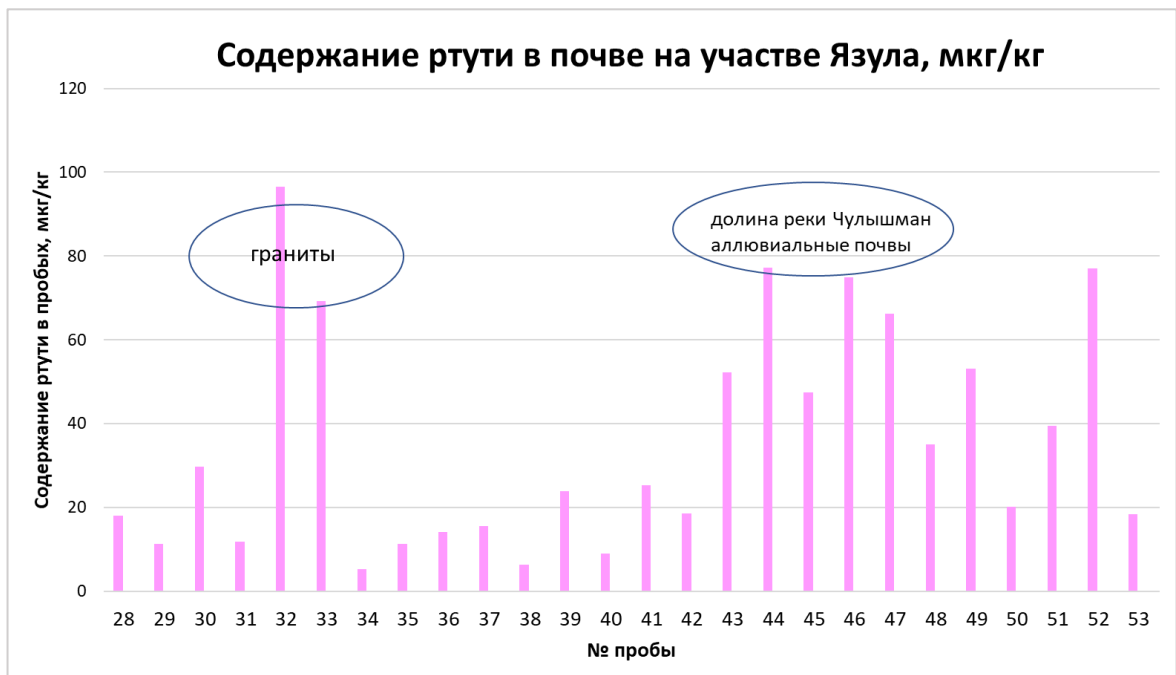


Рисунок 11 – Содержание ртути в почве участка Язула

На территории участка Язула было отобрано 26 проб почвы. Результаты измерения содержания ртути в пробах методом атомной адсорбции представлены на графике (рис.11).

Среднее содержание ртути в почвах территории участка Язула составило 26,3 мкг/кг, при максимальном и минимальном содержании 96,5 и 5,3 мкг/кг соответственно. Среднее содержание ртути не превышает кларк, подавляющая часть проб имеют содержание ртути ниже кларка, превышения кларка наблюдаются в шести пробах [28].

Результаты изучения ртути в почвах территории показывает, что разброс значений концентраций ртути велик и сильно варьируется. По этой причине геохимический фон ртути не может быть охарактеризован только средним значением концентрации, необходимо составить оценку вариации аналитических данных. Для каждой территории была подготовлена оценка числовых характеристик содержаний ртути в пробах почв (табл.2).

Таблица 2 – Оценка числовых характеристик содержаний ртути в пробах почв с шести участков

Показатель	Участок					
	Сумульта	Чири	Язула	Карасу	Беле	Кокши
n	4	6	26	7	6	4
Min	40,3	5	5,3	11,8	3,5	21
Max	72,6	36,6	96,5	59,5	88,3	41,5
m	58,95	16,2	35,7	32,6	26,1	31,4
Xmed	61,45	15,85	24,6	29,9	17	31,5
S	14,4	11,6	26,8	18,1	31,2	8,4
δm	7,2	4,8	4,2	12,7	6,8	5,3
Коэфф. вар., %	24	72	75	55	120	27
Xгеом	57,5	12,9	26,3	28,2	16,1	30,5

Примечание: n – объём выборки (количество изученных проб), Min – минимум, Max – максимум, m – среднее арифметическое, Xmed – медиана, S

– стандартное отклонение, δm – стандартная ошибка, $X_{\text{геом}}$ – среднее геометрическое.

По результатам оценки видно, что на всех участках в почве среднее арифметическое и среднее геометрическое ненамного разнятся. Разброс аналитических данных выражается предельными значениями (Min, Max).

В порядке увеличения среднего содержания ртути в почве изученные территории выстраиваются в следующий ряд (мкг/кг): Чири ($16,2 \pm 4,8$), Беле ($26,1 \pm 6,8$), Кокши ($31,4 \pm 5,3$), Карасу ($32,6 \pm 12,7$), Язула ($35,7 \pm 4,2$), Сумульта ($59,0 \pm 7,2$).

Более равномерная выборка наблюдается в районах: Сумульта и Кокши (коэффициент вариации 24 и 27 % соответственно).

Более вариабельная выборка наблюдается для районов Карасу (55%), Чири (72%), Язула (75%), Беле (120%).

Районом с максимальным содержанием ртути в грунтах и почвах является Сумульта. Максимальное содержание ртути характерно для проб отобранных в районах солонцов и гранитов, а также в аллювиальных почвах. Характерно для всех исследуемых районов.

На исследуемой территории практически полностью отсутствует антропогенное воздействие, что говорит о природных источниках ртути в почве. Анализируя графики участков Чири, Кокши и Карасу, наблюдаются максимальные значения концентраций ртути в точках отбора солонцов.

Для выявления геолого-химических особенностей содержания ртути полученные значения сравнивались с кларковыми значениями. В качестве кларка был выбран кларк верхней части континентальной земной коры по Н.А. Григорьеву, 2009, который для ртути составляет 0,065 мг/кг. Содержание ртути не превысило кларковое значение в 44 пробах из 53 изученных. Исследование проведено на заповедной территории, где не отмечается антропогенного воздействия, поэтому закономерен такой высокий процент проб с коэффициентом концентрации по А.Н.Григорьеву менее 1.

Согласно литературным данным (Л.Рихванов, Ю.Робертус, В. Кац, 2021

г.), фоновые содержания ртути в почвах республики Алтай лежат достаточно в узком диапазоне 10-270 мкг/кг при среднем значении 110 мкг/кг, который принято считать региональным фоном. Минимальные содержания отмечены на уровне 5-10 мкг/кг, что находится в согласии с полученными результатами. Также исследователи отмечают зависимость содержания ртути в почвах от высоты над уровнем моря, типа ландшафта, типа почв. Поскольку исследования выполнены в районах проявления геофагии, закономерен вопрос о связи распространения этого явления с содержанием других элементов. В настоящее время установлено, что в местах, выбранных животными для поедания почв, установлены высокие содержания редкоземельных элементов. Прямых зависимостей содержаний ртути и РЗЭ не установлено. Однако в почвах солончаков содержания ртути выше средних в 2,5 раза. Поскольку именно почвы солончаков используются для питания, закономерен вопрос о возможности попадания ртути в организм животных, даже если эти содержания низки.

5 Социальная ответственность

Введение

Цель раздела: проанализировать опасные и вредные факторы при лабораторном и камеральном виде производственной деятельности и решить вопросы обеспечения защиты от них на основании требований действующих нормативно-технических документов.

Рабочее место располагается в лаборатории в 529-530 аудиториях на пятом этаже 20 корпуса ТПУ (пр-кт Ленина, 2а ст5), имеет совмещенную систему освещения. Естественное освещение - одностороннее боковое, искусственное освещение осуществляется системой общего равномерного освещения. Площадь на одно рабочее место с персональным компьютером (ПК) с жидкокристаллическим монитором составляет не менее 4,0 м², а объём на одно рабочее место – не менее 10 м³.

5.1 Производственная безопасность

5.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Производственная безопасность — система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих вероятность воздействия травмирующих производственных факторов, возникающих в рабочей зоне в процессе трудовой деятельности.

Рабочее место расположено в лаборатории (529-530 ауд.) МИНОЦ «Урановая геология» ИШПР на пятом этаже здания (20 корпус ТПУ, Ленина 2/5, г. Томск), имеет естественное и искусственное освещение. Площадь на одно рабочее место составляет не менее 4,0 м², а объём – не менее 10 м³. В аудитории имеются персональные компьютеры. Работы на ПК проводятся в помещении, соответствующем гигиеническим требованиям. В таблице 1 приведены потенциальные вредные и опасные факторы при работе в лаборатории.

Таблица 3 – Элементы производственного процесса, формирующие вредные и опасные факторы в рабочем помещении

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Подготовка проб почв для анализа на ртутном анализаторе РА-915М с пиролитической приставкой «ПИРО-915+» методом измельчения. Обработка информации на персональном компьютере	<p>1. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на рабочем месте</p> <p>2. Производственные факторы, связанные с отсутствием или недостатком необходимого и искусственного и естественного освещения</p> <p>3. Производственные факторы, связанные с повреждением химическими веществами</p>	<p>1. Производственные факторы, связанные с поражением электрическим током</p>	<p>ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ [57]</p> <p>ГОСТ 12.1.038-82 [58]</p> <p>ГОСТ Р 58698-2019 [61]</p> <p>СНиП 23-05-95 [68]</p> <p>СанПиН 2.2.4.548-96 [65]</p> <p>ПНД Ф 12.13.1-03 [62]</p>

1. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на рабочем месте.

Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энергозатрат работающих, времени выполнения работы, периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий. Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма [32]. Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются: температура воздуха; температура поверхностей; относительная влажность воздуха; скорость движения воздуха; интенсивность теплового облучения.

Оптимальные нормы и фактические показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений представлены в таблице 3.

Таблица 4 – Оптимальные нормы и фактические показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений, СанПиН 2.2.4.548-96 [32].

Сезон года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/сек	
		Фактич.	Оптим.	Фактич.	Оптим.	Фактич.	Оптим.
Холодный	Ia	22	22-24	40	60-40	0,1	0,1
Тёплый	Ia	25	23-25	55	60-40	0,1	0,1

Примечание: Категория Ia – работы с интенсивностью энерготрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением [32].

Оптимальные величины показателей микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно-эмоциональным напряжением.

Таким образом, микроклиматические условия рабочего помещения соответствуют гигиеническим требованиям СанПиН 2.2.4.548-96 [32]. Мероприятия, направленные на обеспечение безопасности в помещениях, оборудованных персональными компьютерами, заключаются в ежедневной влажной уборке и систематическом проветривании (естественная вентиляция) после каждого часа работы на ПК [32].

2. Производственные факторы, связанные с отсутствием или недостатком необходимого искусственного и естественного освещения.

При правильно организованном освещении рабочего места обеспечивается сохранность зрения человека и нормальное состояние его нервной системы, а также безопасность в процессе производства. Различают следующие виды производственного освещения: естественное, искусственное и совмещенное.

Нормирование освещенности производится в соответствии с межотраслевыми нормами и правилами СНиП 23-05-95 [33]. В документе

прописаны требования к качеству освещения: равномерное распределение яркости и отсутствие резких теней; в поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость; освещенность должна быть постоянной во времени; оптимальная направленность светового потока; освещенность должна иметь спектр, близкий к естественному.

В лаборатории совмещенное освещение. Естественное освещение одностороннее боковое, а искусственное освещение обеспечивается люминесцентными светильниками, расположенными так, чтобы свет распределялся по помещению равномерно.

Выполняемая работа относится к средней точности. Работа средней точности характеризуется тем, что размер наименьшего объекта различения лежит в пределах от 0,5 мм. Относительная продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность – не менее 70%. В процессе зрительной работы фон и контраст объекта с фоном средний. При боковом естественном освещении коэффициент естественной освещенности должен составлять 0,5% [32]. Также освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк, яркость светящихся поверхностей (окно, светильник и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м², яркость бликов на экране ПК не должна превышать 40 кд/м² и яркость потолка не должна превышать 200 кд/м² [33].

Недостаточность освещения приводит к напряжению зрения, ослабляет внимание, приводит к наступлению преждевременной утомленности. Чрезмерно яркое освещение вызывает ослепление, раздражение и резь в глазах. Нормы освещения рабочего места согласно СНиП 23-05-95 [32] приведены в таблице 3.

Таблица 5 - Норма освещенности рабочего места [2]

Тип помещения	Нормы освещённости, лк при освещении	
	Комбинированное	Общее
Лаборатории: органической и неорганической химии, термические, физические, спектрографические, стилометрические, фотометрические,	500/300	400

микроскопные, рентгеноструктурного анализа, механические и радиоизмерительные, электронных устройств, препаративные		
---	--	--

В качестве регулирования данного фактора необходимо заблаговременно менять лампы, уменьшать или увеличивать количество осветительных приборов, регулярно мыть окна, а также регулировать рабочую зону на момент предметов с высокой отражательной способностью.

3. Производственные факторы, связанные с повреждением химическими веществами

При подготовке проб почв к аналитическим исследованиям используется сито, а растительности – измельчитель (кофемолка). Во избежание смешивания частичек проб между собой и, соответственно, для получения достоверной информации по уровню концентрации ртути в почве и растительности, все инструменты пробоподготовки обрабатываются этиловым спиртом (ПДК 1000 мг/м³) [29].

При вдыхании паров этилового спирта наступает реакция местного раздражения слизистых, а после всасывания в кровоток – системное отравление организма. Пострадавший жалуется на головокружение, тошноту, ощущение тумана перед глазами из-за сильной интоксикации. Кроме этого, резко снижается острота зрения, появляются боли в правом подреберье. В данном случае нужно хорошее проветривание и поступление свежего воздуха в помещение. В редких случаях использование защитных приспособлений (респираторов и т.д.).

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, пластика. При работе ЭВМ нагреваются, что способствует увеличению

концентрации в воздухе таких вредных веществ как формальдегид, фенол, полихлорбифенилы, 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 ПНД Ф 12.13.1-03 [62]. Контроль за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны проводится путем измерения среднесменных (Ксс) и максимально разовых (Км) 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 потенциальных опасных и вредных производственных факторов необходимо обеспечить достаточную вентиляцию в помещении (тип вентиляции: естественная и принудительная), регулярно его проветривать и проводить влажную уборку. Работник в свою очередь обязан соблюдать правила личной гигиены.

5.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

1. Производственные факторы, связанные с повреждением электрическим током

Опасное и вредное воздействие электрического тока на людей проявляется в виде электротравм [32]. Общие требования и номенклатура видов защиты соответствует ГОСТ 12.1.019-79 [16]. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов нормируется согласно ГОСТ 12.1.038-82 [16].

Поражение электрическим током возможно при замыкании электрической цепи через тело человека, то есть прикосновение к сети не менее чем в двух точках.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут

оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяют следующие способы: заземление, зануление, выравнивание потенциала, защитное отключение. Прямой контакт человека с токопроводящими частями оборудования, находящимися под напряжением, может возникнуть в результате нарушения требований техники безопасности, а косвенный – при повреждении изоляции.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током дополнительно следует применять специальные защитные термостойкие комплекты, включающие одежду, обувь, средства защиты головы и рук.

Электрооборудование лаборатории: ПК, ртутный анализатор РА-915М и пиролитическая приставка «ПИРО-915+». Лаборатория относится к категории без повышенной опасности [16], соблюдены все меры защиты: помещение сухое, не запыленное с нормальной температурой воздуха и изолирующим полом.

5.2 Экологическая безопасность

В ходе исследования были проанализированы 51 проба почв, каждая из которых имеет сухую массу не более 20 грамм. При анализе проб методом атомно-абсорбционной спектроскопии с помощью ртутного анализатора РА-915+ с пиролитической приставкой «ПИРО-915» навеска пробы берётся в пределах 40-60 мг и сжигается в ходе измерений. Вред окружающей среде изучение проб почв и растительности в лаборатории не несет.

Люминесцентные лампы, офисная техника сдается специальной организации для утилизации, а использованная бумага сдается на переработку.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

На рабочем месте самым вероятным видом ЧС является пожар и взрыв лабораторного оборудования. Пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Возможные источники пожарной опасности: электрооборудование, неисправности в проводке, розетках и выключателях, короткое замыкание, оплавление изоляции соединительных проводов, их оголение.

В результате возникновения пожара или взрыва, человек подвергается воздействию токсичных продуктов горения, огня и лучистых потоков, дыма (воздействует на слизистые оболочки), недостаток кислорода, вызывающий ухудшение двигательной функции, ранение осколками, химические и термические ожоги, отравления.

Системы пожарной безопасности должны характеризоваться уровнем обеспечения пожарной безопасности людей и материальных ценностей, а также экономическими критериями эффективности этих систем для материальных ценностей, с учетом всех стадий (научная разработка, проектирование, строительство, эксплуатация) жизненного цикла объектов и выполнять одну из следующих задач [15]:

- исключать возникновение пожара;
- обеспечивать пожарную безопасность людей;
- обеспечивать пожарную безопасность материальных ценностей;

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

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

- «план эвакуации людей при пожаре»;
- памятка о соблюдении правил пожарной безопасности;
- ответственный за пожарную безопасность;
- для отвода избыточной теплоты от ЭВМ служат системы вентиляции;
- для локализации небольших возгораний помещение оснащено углекислотными огнетушителями (ОУ-8 в количестве 2 штук);
- установлена система автоматической противопожарной сигнализации (датчик–сигнализатор типа ДТП)

Категория пожароопасности лаборатории: Г, в лаборатории отсутствуют горючие вещества, но оборудование находится в горячем состоянии с выделением тепла. Класс возможного пожара: В, пожары плавящихся твердых веществ и материалов.

Первичный инструктаж по пожарной безопасности в лаборатории проводится в первый день работе в лаборатории, а повторный – не реже 1 раза в год. Рабочий обязательно расписывается в журнале по пожарной безопасности.

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Содержание ртути в почвах важно изучать не только по причине роста промышленности и огромного объёма добычи полезных ископаемых, но и по естественным причинам. Повышенное содержание негативно воздействует на все живые организмы. Именно поэтому необходимо проведение исследовательских работ по ртути на заповедных территориях Республики Алтай. Исследования проводились методом атомной абсорбции на анализаторе ртути «РА-915М» с приставкой «ПИРО-915+», путём восстановления связанной ртути из атомизатора в аналитическую кювету воздухом.

Объект исследований: почва.

Вид намечаемых работ:

1. Полевые работы по отбору проб с территорий Республики Алтай (весенний и летний период 2021 года);
2. Подготовка проб для исследования методом атомной абсорбции;
3. Лабораторные работы по измерению концентрации ртути методом атомной абсорбции на анализаторе ртути «РА-915+» с приставкой «ПИРО-915+»;
4. Камеральные работы по обработке полученной информации.

Целью данного раздела является определение и анализ трудовых и денежных затрат, направленных на реализацию данной научно-исследовательской работы.

6.1 Потенциальные потребители результатов исследований

В любом научно-исследовательском проекте есть заинтересованные стороны, это делает работу актуальной, а её результаты – важными данными для дальнейшего изучения территорий исследования.

Для большей наглядности была составлена таблица с заинтересованными сторонами и их ожиданиями от этого проекта.

Таблица 6 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
----------------------------------	----------------------------------

НИ ТПУ	Качественно выполненная работа по определению содержаний ртути в почве заповедных территорий Республики Алтай по отобраным с гранта пробам для дальнейшего изучения ртути и причин повышенных содержаний на этих территориях.
Разработчик проекта	Качественно выполненная работа по определению содержаний ртути в почве заповедных территорий Республики Алтай для одобрения проекта со стороны преподавателей кафедры и экзаменационной комиссии, а также для вклада в научную сферу Российской Федерации.
Научно-исследовательские институты	Достоверные данные о содержании ртути в почвах заповедных территорий Республики Алтай, представляющие научный интерес для их дальнейшего изучения, а также для использования полученных данных как фоновые не только для Алтайского заповедника, но и для всей Республики Алтай.
Минприроды РФ	Достоверные данные о содержании ртути в почвах заповедных территорий Республики Алтай для пополнения знаний о содержании ртути на всей территории Российской Федерации.
Минприроды Республики Алтай	Достоверные данные о содержании ртути в почвах заповедных территорий для большей изученности территории района.

6.2 Цели и результаты проекта

У любого научного исследования есть цель и ожидаемые результаты от проведённой работы. Результаты чаще всего представляют практический интерес для дальнейшего изучения или освоения территорий, в данном случае – для изучения, так как объектом исследования предстаёт заповедник Республики Алтай, на территории которого любая хозяйственная деятельность под запретом. Цели и ожидаемые результаты проекта приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Цели и результаты проекта

Цель проекта	Получение достоверных данных о содержании ртути в почве на заповедных территориях Республики Алтай и изучение возможных причин превышений
--------------	---

	содержаний кларка, а также аномально высоких значений.
Ожидаемые результаты проекта	Числовые данные по содержанию ртути по результатам обработки проб методом атомной абсорбции, и полный анализ этих данных, а также анализ трудовых и денежных затрат на реализацию данной работы и все виды социальной ответственности, задетые во время реализации проекта.
Критерии приёмки результата проекта	Формулировка списка решаемых проблем проекта, идентификация рисков, расход ресурсов, соответствие квалификации членов команды и т.д.
Требования к результату проекта	Достоверные аналитические данные
	Достоверные теоретические данные
	Правильно построенные диаграммы
	Точно посчитанные затраты на реализацию проекта

6.3 Организационная структура проекта

Роль каждого участника проекта – важная составляющая работы. У каждой роли свои функции, которые необходимо чётко и правильно выполнять для получения качественного результата. Некоторые участники проекта имеют несколько ролей, а это значит, что, так или иначе, им необходимо выполнить все перечисленные функции.

В таблице 8 представлены все роли в рабочей группе проекта и их функции.

Таблица 8 – Рабочая группа проекта

№ п/п	Роль в проекте	Функции
1	Руководитель проекта	Предоставление исполнителю проб для обработки, помощь с лабораторной работой на анализаторе ртути, помощь с анализом полученных данных, проверка окончательного варианта готового проекта.
2	Консультант	Предоставление дополнительной важной информации по исследуемым территориям.
3	Полевой рабочий (пробоотбор) – 5 человек	Полевая работа, отбор проб с исследуемых территорий.
4	Специалист по пробоподготовке	Подготовка проб к исследованию в лаборатории.

5	Исполнитель проекта	Исследование проб, анализ полученных результатов, написание проекта.
---	---------------------	--

6.4 Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура проекта – наглядный план, помогает чётко организовать работу и распределить обязанности на всех участников проекта, согласно их роли и вовлеченности.

Структура данной научно-исследовательской работы представлена на рисунке 12. В ней отражены 5 стадий проекта с несколькими подпунктами у каждой.

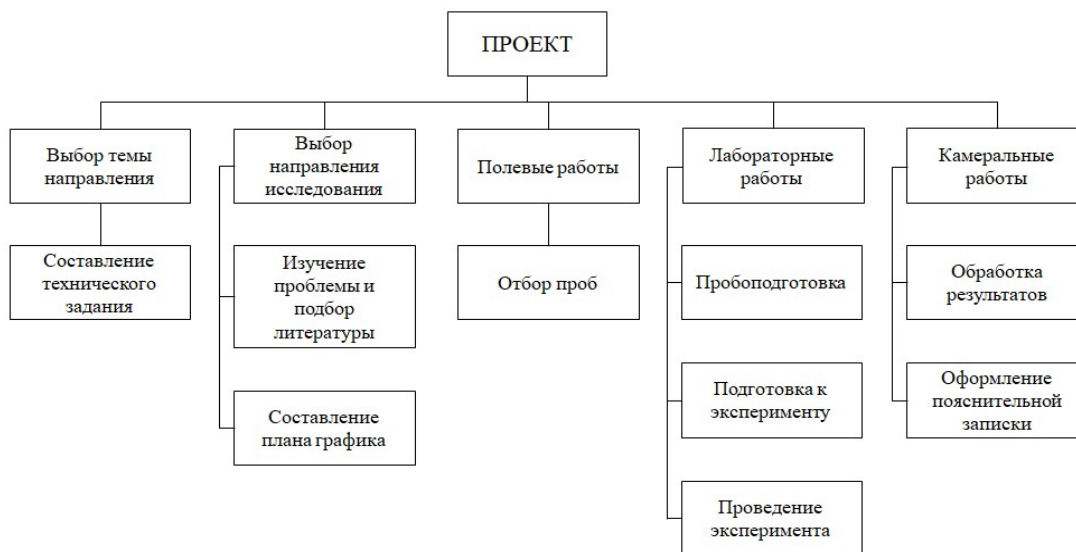


Рисунок 12 – Иерархическая структура работ проекта

6.5 Календарный график Ганта

Для правильной планировки научного проекта необходимо построить календарный график и диаграмму Ганта. Этот способ планирования позволяет чётко проследить все этапы реализации проекта и количество потраченного времени каждого участника проекта. Диаграмма Ганта позволяет повысить производительность и эффективность рабочих процессов и обеспечить своевременное выполнение задач.

Таблица 9 – Календарный план проекта

Код работ	Название	Длительность, календарные дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
1	Утверждение проекта	24			

1.1	Изучение территории	13	1.04.2021	13.04.2021	Осипова Н.А., Герасимова М.А.
1.2	Подбор литературы	11	14.04.2021	25.04.2021	Герасимова М.А.
2	Отбор проб	63	14.06.2021	15.07.2021	Барановская Н.В., Соктоев Б.Р., Паничев А.М., Середкин И.В., Попов Н.Ю.
3	Подготовка проб	4	7.09.2021	11.09.2021	Осипова Н.А.
4	Лабораторные работы	40			
4.1	Лабораторные работы (3 курс)	28	17.02.2022	19.03.2022	Герасимова М.А., Осипова Н.А.
4.2	Лабораторные работы (4 курс)	12	9.11.2022	23.11.2022	Герасимова М.А.
5	Камеральные работы	129			
5.1	Обработка результатов	40	24.11.2022	04.01.2023	Герасимова М.А., Осипова Н.А.
5.2	Оформление пояснительной записки	74	1.02.2023	15.04.2023	Герасимова М.А., Осипова Н.А.
5.3	Защита ВКР	15	24.05.2023	08.06.2023	Герасимова М.А.
ИТОГО:		260			

Таблица 10 – Календарный план-график проекта

Наименование этапа	Т, дней	2021					2022				2023					
		Апрель	Май	Июнь	Июль	Сентябрь	Февраль	Март	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
Утверждение проекта	24	*														
Отбор проб	63		x	x	x											
Подготовка проб	4					x										
Лабораторные работы	40						*	*	*							
Камеральные работы	129								*	*	*	*	*	*	*	*

Условные обозначения:

* - работа студента;

+ - работа руководителя;

x – работа по пробоотбору и пробоподготовке.

Согласно календарному план-графику проведения работ следует, что суммарное количество рабочих дней руководителя составляет 40 дней, суммарное количество работы студента – 153 дня.

6.6 Составление технического плана

В таблице 6 представлены виды и объём проектируемых работ, а также условия работ и все виды оборудования.

Таблица 11 – Виды и объём проектируемых работ

№	Виды работ	Един. измер.	Кол-во	Условия производства работ	Вид оборудования
1.	Литогеохимические исследования с отбором проб почвы	штук	51	Отбор проб на заповедных территориях Республики Алтай проводился на выступах минеральных пород и вблизи рек методом конверта.	Неметаллическая лопата, специальные ёмкости
2.	Биогеохимические исследования с отбором проб растительности	штук	120	Отбор проб растительности производился в местах отбора проб почвы для установления взаимосвязи содержания ртути	Неметаллические ножницы, крафтовые пакеты
3.	Работы по пробоподготовке	штук	171	Пробы почв были просеяны по фракциям разных размеров частиц, растительность измолота в пыль.	Измельчитель (кофемолка), сито, этиловый спирт, вата
4.	Лабораторные исследования	штук	171	Выполнялись автором работы в лаборатории (529-530 аудит.) 20 корпуса ТПУ	Ртутный анализатор «РА-915М» с пиролитической приставкой «ПИРО-915+», ПК, ложечки
5.	Камеральные работы			Обработка результатов лабораторных исследований	ПК

6.7 Расчет времени труда

Основная статья затрат приходится на труд. Затраты времени рассчитываются в рабочих сменах (8 часов), затраты труда рассчитываются с использованием дневной тарифной ставки (оплата за 8 часов работы).

Для расчета затрат времени и труда были использованы нормы, изложенные в ССН-92 выпуск 2 «Геолого-экологические работы». Они представляют собой два параметра: норма времени и коэффициент к норме.

Расчет затрат времени выполняется по формуле (1):

$$N = Q * N_{ВР} * K (1)$$

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

Q - объем работ;

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

K - коэффициент за ненормализованные условия.

Таблица 12 – Расчёт затрат и времени труда

№	Виды работ	Объём работ		Норма длительности	Коэффициент	Документ	Итого, чел/смен
		Ед.изм.	Колво				
1	Эколого-геохимические работы	Проба	171	0,048	1	пункт 74 ССН, вып. 2	8,208
2	Пешие проходимые маршруты	Км	84	1,37	1	Вып.2, табл.37	115,08
3	Пробоподготовка	Проба	171	0,17	1	Вып.7, норма 1006	29,07
4	Определение ртути беспламенным атомноабсорбционным методом	Проба	171	0,26	1	Вып.7, норма 256	44,46
5	Выполнение стандартного комплекса операций камеральной обработки материалов (без использования ЭВМ)	Проба	171	0,0136	1	табл. 59 ССН, вып. 2 3 стр., 3 ст.	2,3256
6	Камеральная обработка материалов (с использованием ЭВМ)	Проба	171	0,0337	1	табл. 61 ССН, вып. 2 3 стр 3 ст	5,7627
	Итого:						204,9063

6.8 Расчет заработной платы исполнителей работ

Заработная плата состоит из основной и дополнительной с учетом районного коэффициента (для Томска 1,3 на 2022г.), рассчитывается по следующей формуле:

$$ЗП = (ЗП_{осн} + ЗП_{доп}) * K_p$$

Основная заработная плата рассчитывается как произведение отработанного времени (в сменах) на значение дневной (сменной) тарифной ставки.

$$ЗП_{осн} = Т * Д_{ст}$$

Дополнительная зарплата учитывает оплату отпускных и составляет 7,9% от $ЗП_{осн}$.

$$ЗП_{доп} = 0,079 * ЗП_{осн}$$

Дневная ставка работника оценивалась в соответствии с занимаемой должностью согласно Положению «Об оплате труда», приведенному на электронном сайте планово-финансового отдела ТПУ и составляла ежемесячный оклад, деленный на 30 дней.

Рабочее время составило 204,9063 смен. В состав рабочей группы входят: руководитель, полевой рабочий (5 человек), специалист по пробоподготовке и студент-исполнитель проекта.

Таблица 13 – Расчет затрат труда (на каждый вид работы)

№	Вид работ	Т	Руководитель	Полевой рабочий	Специалист по пробоподготовке	Исполнитель проекта
			Н, чел./смена			
	Экологогеохимические работы	8,208		8,208		
	Пешие проходимые маршруты	115,08		115,08		
	Пробоподготовка	29,07			29,07	
	Определение ртути беспламенным атомноабсорбционным методом	44,46	44,46			44,46
	Выполнение стандартного комплекса операций камеральной обработки материалов (без использования ЭВМ)	2,3256	2,3256			2,3256
	Камеральная обработка материалов (с использованием ЭВМ)	5,7627	5,7627			5,7627
	Итого:		52,5483	123,288	29,07	52,5483

Необходимо также учесть страховые взносы 30%, совершаемые работодателем в следующие фонды:

- Пенсионный фонд - 22%
- Фонд медицинского страхования - 5,1%
- Фонд социального страхования - 2,9%.

Таблица 14 – Расчет заработной платы

Наименование расходов	Кол-во	Единицы измерения	Затраты труда	Дневная ставка	Сумма основных расходов	С учётом кол-ва рабочих
Основная заработная плата						
Руководитель	1	Чел/смен	52,5483	1256,67	66035,9	66035,9
Полевой рабочий	5	Чел/смен	123,288	1480,93	182580,9	912904,5
Специалист по пробоподготовке	1	Чел/смен	29,07	1256,67	36531,4	36531,4
Исполнитель проекта	1	Чел/смен	52,5483	641,8	33725,5	33725,5
Итого:	8					1049197,3
Дополнительная заработная плата	7,9% от основной					82886,6
Итого:						1132083,9
Районный коэффициент (для Томска)	1,3					339625,17
Итого:						1471709,07
Страховые взносы	30%					441512,721
Резерв	3%					13245,4
Итого:						1913221,79

6.9 Расчет затрат на материалы

Расчет затрат материалов (для полевого, лабораторного и камерального периодов) для данного проекта осуществлялся на основе средней рыночной стоимости необходимых материалов и их количества (таблица 15). Транспортные расходы представлены в таблице 16, у данного проекта отсутствуют расходы на подрядные работы.

Таблица 15 - Расходы на материалы, необходимые для реализации проекта

№	Наименование	Ед. измер.	Кол-во	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб
1	Крафт-пакеты	Упаковка	2	295	590
2	Костюм походный	Шт.	5	3000	15000
3	Рюкзак походный	Шт	5	6000	30000

4	Палатка	Шт.	1	10000	10000
5	Компас	Шт.	5	300	1500
6	Аптечка	Шт.	1	600	600
7	Туристический коврик	Шт.	5	500	2500
8	Спальник	Шт.	5	3500	17500
9	Дождевик	Шт.	5	500	2500
10	Фонарик	Шт.	5	900	4500
11	Лопата неметаллическая	Шт.	2	1500	3000
12	Секатор	Шт.	2	1300	2600
13	Ботинки походные	Шт.	5	3500	17500
14	Этиловый спирт	Мл.	600	200	1200
15	Вата медицинская	Упаковка	3	200	600
16	Журнал регистрационный	Шт.	1	700	700
17	Ложечка для взвешивания	Шт.	2	3000	6000
18	Медицинский халат	Шт.	1	1500	1500
19	Офисное кресло	Шт.	1	3500	3500
				Итого:	121290

Таблица 16 – Транспортные расходы

№	Транспортное средство	Кол-во занятых мест	Стоимость за одно место, руб	Общая стоимость, руб
1	Самолёт (Томск – Горно-Алтайск)	2	20000	40000
2	Автомобиль (поездка туда-обратно)	5	1597,4	7987
3	Самолёт (Горно-Алтайск – Томск)	2	20000	40000
			Итого:	87987

6.10 Расчет амортизационных отчислений

Амортизация — постепенный перенос стоимости основных средств производства на себестоимость продукции (по мере их материального износа или морального устаревания).

Сумма отчислений входит в себестоимость продукции, то есть автоматически переходит в цену. Объем амортизационных исчислений определяется исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов.

Таблица 17 – Расчет амортизационных отчислений

Наименование объекта основных фондов	Кол-во	Балансовая стоимость, руб	Годовая норма амортизации, %	Амортизационные отчисления, руб
--------------------------------------	--------	---------------------------	------------------------------	---------------------------------

Анализатор ртути «РА-915М»	1	1152000	1,8	20736
Пиролитическая приставка «ПИРО915+»	1	252000	1,8	4536
Аналитические весы	1	140300	5,6	7856,8
ПК	1	50000	2,7	1350
Итого:				34478,8

Таблица 18 – Основные затраты на все виды работ

Состав затрат	Сумма затрат, руб	№ таблицы
Материальные затраты	121290	10
Затраты на оплату труда (со страховыми взносами)	1913221,79	9
Амортизация	34478,8	12
Транспортные затраты	87987	11
Итого:	2156977,59	

Таблица 19 – Общий расчет сметной стоимости исследования

№	Наименование работ и затрат	Объём		Единичная расценка	Полная сметная стоимость, руб.
		Ед. изм	Кол-во		
I	Основные расходы на геоэкологические работы				
	Группа А				
	Собственно геоэкологические работы				
	Проектно-сметные работы	% от ПР	100,0	2156977,59	2156977,59
1	Полевые работы (ПР)				
1.1	Затраты на оплату труда (с страховыми взносами)	% от ПР			1913221,79
1.2	Транспортные расходы	% от ПР			87987
1.3	Материальные расходы				121290
1.4	Амортизация	% от ПР			34478,8
	Итого полевые расходы (ПР)				2156977,59
2	Организация полевых работ	% от ПР	1,5	2156977,59	32354,7
3	Ликвидация полевых работ	% от ПР	0,8	2156977,59	17255,8
4	Камеральные работы	% от ПР	30	2156977,59	647093,3
	Итого основных работ (ОР)				2853681,39
	Группа Б				
	Сопутствующие работы и затраты				
II	Накладные расходы	% от ОР	15	2853681,39	428052,2
	Итого: основные и накладные расходы (ОР+НР)		3281733,6		

III	Плановые накопления	% от ОР + НР	20	3281733,6	656346,7
IV	Компенсируемые затраты				
1	Производственные командировки	% от ОР	0,5	2853681,39	14268,4
2	Полевое довольствие	% от ОР	3	2853681,39	85610,4
3	Доплаты и компенсации	% от ОР	8	2853681,39	228294,5
4	Охрана природы	% от ОР	5	2853681,39	142684,1
	Итого компенсируемых затрат:				470857,4
V	Подрядные работы				
1	Лабораторные работы	руб	0	0	0
VI	Резерв	% от ОР	3	2853681,39	85610,4
	Итого сметная стоимость		4494548,1		
	НДС	%	20	4494548,1	898909,6
	Итого с учётом НДС				5393457,7

Таким образом, в настоящем разделе по финансовому менеджменту, ресурсоэффективности и ресурсосбережению были выявлены потребители результатов исследования, составлен календарный план с учётом иерархии видов работ во время исследования, были рассчитаны все виды затрат и составлена общая таблица сметной стоимости исследования.

В результате всех расчётов мы выяснили, что стоимость реализации проекта составила 5393457,7 рубля (с учетом НДС). Большая часть от общей стоимости относится к выплате заработной платы участников проекта

Заключение

В ходе проведения научно-исследовательской работы были изучены особенности распределения ртути в почве на особо охраняемых природных территориях Республики Алтай, выявлены закономерности и предложены возможные причины распределения ртути на всех шести территориях исследования.

Бюджет научно-исследовательской работы в рамках изучения ртути в почве, на особо охраняемых природных территориях Республики Алтай, с учётом НДС, составил 5 393 458 российских рублей. В процессе отбора проб, проведения лабораторных исследований и камеральных работ соблюдались все правила производственной и экологической безопасности, а также были приняты все необходимые меры во избежание чрезвычайных ситуаций на всех стадиях проведения исследования.

В порядке увеличения среднего содержания ртути в почве изученные территории выстраиваются в следующий ряд (мкг/кг): Чири ($16,2 \pm 4,8$), Беле ($26,1 \pm 6,8$), Кокши ($31,4 \pm 5,3$), Карасу ($32,6 \pm 12,7$), Язула ($35,7 \pm 4,2$), Сумульта ($59,0 \pm 7,2$).

Более равномерная выборка наблюдается в районах: Сумульта и Кокши (коэффициент вариации 24 и 27 % соответственно).

Более вариабельная выборка наблюдается для районов Карасу (55%), Чири (72%), Язула (75%), Беле (120%).

Районом с максимальным содержанием ртути в грунтах и почвах является Сумульта. Максимальное содержание ртути характерно для проб отобранных в районах солонцов и гранитов, а также в аллювиальных почвах. Характерно для всех исследуемых районов.

Сравнение данных по определению ртути в почвах, полученных методами ААС и ИСП-МС, показывает хорошую сходимость результатов указанных методов спектрометрии, коэффициент корреляции 0,88.

Список литературы

1. Арбузов С.И., Осипова Н.А., Белая Е.В. 2015. Геохимия ртути в углях Сибири. Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты: Второй международный симпозиум: 27-31.
2. Балтренас П. Исследование загрязненности тяжелыми металлами почвы вдоль магистрали Виа-Балтика / П. Балтренас, А. Янкайте // Экология и промышленность России. – 2003. - № 8. – С. 41-45.;
3. Барановская Н.В. Закономерности накопления и распределения химических элементов в организмах природных и природно-антропогенных экосистем: автореф. дис. ... д-р. биол. наук: 03.02.08 - Экология. Томск, 2011. 46 с.
4. Батян А.Н. Основы общей и экологической токсикологии / А.Н. Батян, Г.Т. Фрумин, В.Н. Базылев. – СПб.: Спец-Лит, 2009. – 352 с.
5. Безносиков В. А., Лодыгин Е. Д., Низовцев А. Н. Пространственное и профильное распределение ртути в почвах естественных ландшафтов // Вестник Санкт-Петербургского университета. 2013. Сер.3. Вып.1.Почвоведение. С. 94-101.
6. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере // Успехи современной биологии. – 1944. – Т. 18. – Вып. 2. – 191 с.;
7. Возможности атомно-абсорбционного спектрометра РА-915+ с зеемановской коррекцией для определения ртути в различных средах / Н. Р. Машьянов [и др.] // Аналитика и контроль. – 2001. – Т.5 №4. – С. 375-378.
8. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 230 с.;
9. Ву Тхи Тху Ван. Ртуть в волосах человека как индикатор экологической обстановки / Ву Тхи Тху Ван ; науч. рук. Н. В. Барановская // Научная инициатива иностранных студентов и аспирантов российских вузов : сборник докладов IX Всероссийской научно-практической конференции, Томск, 24-26 апреля 2019 г. — Томск : Изд-во ТПУ, 2019. — [С. 8-14].

10. Геохимия окружающей среды / Ю. Е. Саэт, Б. А. Ревич, Е. П. Янин и др. М.: Недра, 1990. 335 с.
11. Гладышев В.Б. Токсичные свойства ртути и её влияние на организм животных и человека // The Scientific Heritage. – 2021. №81. – С. 16 – 21.
12. Гордеева, О. Н. Формы нахождения ртути в почвах природно-техногенных ландшафтов Приангарья [Электронный ресурс] / Гордеева О. Н., Белоголова Г. А., Рязанцева О. С. // Современные проблемы геохимии : материалы конф. Молодых ученых 12-17 сентября 2011 г. – Иркутск: Институт геохимии СО РАН. – Режим доступа: <http://www.igc.irk.ru/Molod-konf/offline-2011/youngconf2011/ru/reportview/49348.html>.
13. ГОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения – М. Госстандарт – 1983г.
14. ГОСТ 17.4.3.01-2017. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб от 01.01.2019. М.: ФГУП Стандартиформ, 2018. 3 с.
15. ГОСТ 17.4.3.01-2017. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа от 01.01.2019. М.: ФГУП Стандартиформ, 2018. 9 с
16. ГОСТ 12.1.019-79 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
17. ГОСТ 12.1.038-82. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
18. Губина К. А. Ртуть в почвах районов расположения промышленных предприятий на территории г. Омска / К. А. Губина ; науч. рук. Л. В. Жорняк // Проблемы геологии и освоения недр : труды XX Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского

политехнического университета, Томск, 4-8 апреля 2016 г. : в 2 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2016. — Т. 2. — [С. 116-118].

19. Доронина В. Д. Изучение форм нахождения ртути в почвах г. Усть-Каменогорск / В. Д. Доронина ; науч. рук. Н. А. Осипова ; Е. Е. Ляпина // Творчество юных - шаг в успешное будущее : материалы VIII Всероссийской научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М. К. Коровина, г. Томск, 23-27 ноября 2015 г. — Томск : Изд-во ТПУ, 2015. — [С. 231-234].

20. Дорохова Л. А. Содержание ртути в почве и листьях тополя на территории г. Благовещенска и его пригорода / Л. А. Дорохова, Е. М. Турсуналиева ; науч. рук. Д. В. Юсупов, Е. Е. Ляпина // 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. 732-734].

21. Какарека, Э.В. Экологический мониторинг и экологическая экспертиза: Учебное пособие / М.Г. Ясовеев, Н.Л. Стреха, Э.В. Какарека, Н.С. Шевцова; Под ред. проф. М.Г. Ясовеев. - М.: НИЦ Инфра-М, Нов. знание, 2018. - 304 с.

22. Касимов Н.С., Власов Д.В. Кларки химических элементов как эталоны сравнения в экогеохимии // Вестник Московского университета. Серия 5: География. – 2015. – № 2. – С. 7–17.

23. Касимов Н.С. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах российских городов (по данным ежегодных докладов Росгидромета) / Касимов Н.С., Власов Д.В. // Вестник Московского Университета. Серия 5: География. — 2018. — №3. — С. 14-22.

24. Луц, Е. Ю. Ртуть в почвах отвала предприятия по добыче известняка на примере Малосалаирского отвала флюсовых известняков / Е. Ю. Луц ; науч. рук. С. В. Азарова // Проблемы геологии и освоения недр : труды XXV Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и

молодых учёных, посвященного 120-летию горногеологического образования в Сибири, 125-летию со дня основания Томского политехнического университета, Томск, 5-9 апреля 2021 г. : в 2 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2021. — Т. 1. — [С. 377-379].

25. Ляпина Е.Е. распределение форм нахождения ртути в профиле типичных почв южной Сибири // Интерэкспо Гео-Сибирь. — 2021. — №2. — С. 130-136.

26. Максимова Д. И. Содержание ртути в почвах г. Междуреченска (Кемеровская область) : бакалаврская работа / Д. И. Максимова ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт природных ресурсов (ИПР), Кафедра геоэкологии и геохимии (ГЭГХ) ; науч. рук. Н. А. Осипова. — Томск, 2017.

27. Мешкинова С.С., Пузанов А. В., Мешков Н.А. Ртуть в черноземных и каштановых почвах долины Средней Катуни // Мир науки, культуры, образования. 2007. № 5. Р. 70.

28. Николаенко А. Н. Содержание ртути в снеговом покрове на территории г. Междуреченска / А. Н. Николаенко ; науч. рук. Н. А. Осипова ; А. В. Таловская // Творчество юных - шаг в успешное будущее : материалы VIII Всероссийской научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М. К. Коровина, г. Томск, 23-27 ноября 2015 г. — Томск : Изд-во ТПУ, 2015. — [С. 151-152].

29. ПНД Ф 14.1:2:4.243-07. Методика выполнения измерений массовой концентрации общей ртути в пробах атомноадсорбционным методом с зеемановской коррекцией неселективного поглощения на анализаторе ртути «РА915» с приставкой РП-91 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293837/4293837385.pdf>

30. Робертус Ю. В., Рихванов Л. П., Пузанов А. В., Кац В. Е. Ртуть в компонентах природной среды Республики Алтай // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2021. № 2. Р. 96.

31. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"
32. "СанПиН 2.2.4.548-96. 2.2.4. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы" (утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 01.10.1996 N 21)
33. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение
34. Строганова М.Н. Городские почвы: опыт изучения и систематики (на примере почв Юго-западной части г. Москвы) / М.Н. Строганова, М.Г. Агаркова // Почвоведение. – 1992. – № 7. – С. 16 – 24.;
35. Языков Е.Г., Шатилов А.Ю. Геоэкологический мониторинг. Учебное пособие для вузов.- Томск: Изд-во 2003.-336 с.
36. Bloom N.S., Preus E, Katon J, Hiltner M. Selective extractions to assess the biogeochemically relevant fractionation of inorganic mercury in sediments and soils.// Anal Chim. Acta. - 2003.- V 479.- N.2.- P. 233-248.
37. Evaluating the suitability of different environmental samples for tracing atmospheric pollution in industrial areas / A. Francov A. Francova, V. Krestny, H. Millerova, M. Vitkova, J. Kosorukova, M. Komarek // Environmental pollution. - 2017. - Vol. 220. - pp. 286-297.
38. Gordeeva O., Belogolova G. A., Pastukhov M. Mercury speciation and mobility in soils of industrial areas in the Baikal region, Southern Siberia, Russia // Environmental Earth Sciences. 2017. Vol. 13. № 13. P. 103.
39. Ito S., Yokoyama T., Asakura K. Emissions of mercury and other trace elements from coal fired power plants in Japan // Science of the Total Environment. – 2006. – V. 368. – № 1. – P. 397–402.
40. Jordán M. M., Bech J., García-Sánchez E. Environmental response to the application of sewage sludge on degraded soil // Science and Theory Journal. 2018, Vol. 14, №4

41. Komov V.T., Gremyachikh V.A., Ivanova E.S., Poddubnaya N.Y. Mercury in soil, earthworms and organs of voles *Myodes glareolus* and shrew *Sorex araneus* in the vicinity of an industrial complex in northwest Russia (Cherepovets) // *Environmental monitoring and assessment*. 2017. Vol. 189. № 3. P. 104.
42. Osipova N. A., Tkacheva E. V., Arbutov S. I. 2019. Mercury in Coals and Soils from Coal-Mining Regions. *Solid Fuel Chemistry* 83(6):411-417.
43. Panichev A.M., Baranovskaya N.V., Seryodkin I.V. The excess of REE in plant foods as a cause of geophagy in animals in the Teletskoye Lake basin, Altai Republic, Russia. 2022. P. 6.
44. Rui Qu, Guilin Han, Man Liu, and Xiaoqiang Li. The Mercury Behavior and Contamination in Soil Profiles in Mun River Basin, Northeast Thailand // *Int J Environ Res Public Health*. 2019. №16. P. 41.
45. Udodenko Y.G., Komov V.T., Gorbunova Y.S., Devyatova T.A. Effect of forest fire on mercury content in soddy podburs of typical forest-steppe environments (Voronezh region, Russia) // *Ecosystem Transformation*. 2019. Vol. 15. № 2. P. 53.
46. Zimova M., Ďuris M., Spevackova V. et al. Health risk of urban soils contaminated by heavy metals // *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*. 2001. Vol. 14. № 3. P. 231-234.