

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Ртуть в почвах особо охраняемых природных территорий Приморского края

УДК 631.4:504.5:546.49(571.61/.64)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г81	Жеребцова Юлия Олеговна		27.05.22

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения геологии ИШПР	Осипова Нина Александровна	к.х.н.		27.05.22

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор отделения геологии ИШПР	Барановская Наталья Владимировна	д.б.н.		27.05.22

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения социально-гуманитарных наук	Креницына Зоя Васильевна	к.т.н.		23.05.22

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев Милий Всеволодович			23.05.22

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Азарова Светлана Валерьевна	к.г.-м.н.		27.05.22

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

Инженерная школа природных ресурсов
 05.03.06 «Экология и природопользование»
 Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Азарова С.В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Г81	Жеребцовой Юлии Олеговне

Тема работы:

Ртуть в почвах особо охраняемых природных территорий Приморского края	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	21.01.2022, №21-50/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

	27.05.2022
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Литературные и фондовые материалы, нормативные документы, материалы научной работы, пробы почв, лесной подстилки, растительности, отобранные на территории Приморского края, интернет ресурсы.</p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Физико-географическая характеристика территории исследования; 2. Анализ ранее проведенных исследований; 3. Методика проведения полевых и лабораторных исследований; 4. Результаты исследования почв; 5. Особенности распределения и накопления ртути разными типами растительности; 6. Социальная ответственность при исследовании содержания ртути в почве особо охраняемых природных территорий Приморского края; 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
--	---

<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Карта-схема Приморского края, карты-схемы с точками отбора проб всех территорий исследования, геологические карты с условными обозначения и точками отбора проб, карты-схемы распределения ртути.</p>
--	--

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Результаты исследования почв</p>	<p>Барановская Наталья Владимировна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Гуляев Милий Всеволодович</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Креницына Зоя Васильевна</p>

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

Задание выдал руководитель/консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Осипова Н.А.	к.х.н., доцент		
Профессор	Барановская Н.В.	д.б.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г81	Жеребцова Юлия Олеговна		

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

Инженерная школа природных ресурсов
 05.03.06 «Экология и природопользование»
 Уровень образования – бакалавриат
 Отделение геологии
 Период выполнения – весенний/осенний семестры 2021/2022 учебного года
 Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	27.05.2022
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.04.2022	<i>Физико-географическая характеристика территорий исследования</i>	10
05.03.2022	<i>Анализ ранее проведенных исследований</i>	10
27.04.2022	<i>Методика проведения полевых и лабораторных работ</i>	10
05.05.2022	<i>Результаты исследования почв</i>	30
08.05.2022	<i>Особенности распределения и накопления ртути разными типами растительности</i>	20
24.05.2022	<i>Социальная ответственность</i>	10
30.04.2022	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения геологии ИШПР	Осипова Н.А.	к.х.н., доцент		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор отделения геологии ИШПР	Барановская Н.В.	д.б.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения геологии ИШПР	Азарова С.В.	к.г.-м.н.		

Планируемые результаты обучения по программе

05.03.06 «Экология и природопользование»

Код компетенции	Наименование 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	Способен 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
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 использует их в области экологии и

	природопользования
ОПК(У)-4	Владение базовыми общепрофессиональными (общеэкологическими) 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
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

	о окружающей среды, способностью критически анализировать достоверную информацию различных отраслей экономики в области экологии и природопользования
ПК(У)-14	Владение знаниями об основах земледования, 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

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Г81	Жеребцовой Юлии Олеговне

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	05.03.06. «Экология и природопользование»

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Бюджет проекта с учётом НДС составил 5393457,7 руб., в т.ч. затраты на оплату труда = 1913221,79 руб.
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Нормы расходования материалов согласно сборнику сметных норм на геологоразведочные работы, ССН. Вып.2 «Геолого-экологические работы», 1992
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Социальные отчисления 30%; Налог на добавленную стоимость 20%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. График проведения и бюджет НИ 2. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ 	
--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	24.01.2022
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения социально-гуманитарных наук	Креницына Зоя Васильевна	к.т.н.		24.01.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г81	Жеребцова Юлия Олеговна		24.01.2022

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа		ФИО	
2Г81		Жеребцовой Юлии Олеговне	
Школа		Отделение (НОЦ)	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	05.03.06 «Экология и природопользование»

Тема ВКР:

Ртуть в почвах особо охраняемых природных территорий Приморского края	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение</p> <p>– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</p> <p>– Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</p>	<p><i>Объект исследования:</i> почва особо охраняемых природных территорий</p> <p><i>Область применения:</i> Достоверные данные о содержании ртути в почвах заповедных территорий Приморского края, представляющие научный интерес для их дальнейшего изучения, а также для использования полученных данных как фоновые не только для Приморского края, но и для всего Дальнего Востока.</p> <p><i>Рабочая зона:</i> лаборатория 529-530 аудитории, 5 этаж, 20 корпус ТПУ (пр-кт Ленина, 2а ст5)</p> <p><i>Размеры помещения:</i> 4*4м</p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны</i></p> <p>Концентрация ртути определялась при помощи анализатора «РА-915М» с пиролитической приставкой «ПИРО-915», для подготовки проб использовалось сито разных размеров и кофемолка</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> изучение содержания ртути в почве с помощью оборудования, обработка полученных результатов на компьютере</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения/при эксплуатации:</p> <p>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</p> <p>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>	<p>Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства, организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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
<p>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации:</p> <p>– Анализ потенциальных вредных и опасных производственных факторов</p>	<p>Вредные производственные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на рабочем месте – Производственные факторы, связанные с отсутствием или недостатком необходимого искусственного и естественного освещения – Производственные факторы, связанные с повреждением химическими веществами

	Опасные производственные факторы: – Производственные факторы, связанные с повреждением электрическим током
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации	Лабораторные исследования концентрации ртути не предполагают использование химических соединений, которые необходимо утилизировать. При проведении камеральных работ образуются лишь нетоксичные бытовые отходы. Выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и сбросов отходов в водные объекты во время работ не происходит.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения/при эксплуатации	Во время проведения лабораторных и камеральных работ существует опасность возникновения пожара в рабочем помещении. Основной причиной возникновения пожаров в здании является неисправность электропроводки, электрических приборов и халатность рабочего персонала.
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
	24.01.2022

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г81	Жеребцова Юлия Олеговна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 75 с., 20 рис., 19 табл., 81 источник, 0 прил.

Ключевые слова: почва, лесная подстилка, растительность, ртуть, заповедник, вулканизм.

Объектом исследования являются почва, лесная подстилка и растительность, отобранные на особо охраняемых природных территориях Приморского края.

Цель работы – определение содержания ртути в почве, лесной подстилке и растениях особо охраняемых природных территорий Приморского края, установление особенностей и источников её распределения по территориям исследования.

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

В результате исследования изучено содержание ртути в почве, лесной подстилке и растительности, проведено эколого-геохимическое исследование территории, сделаны выводы по результатам исследований.

Исследование концентраций ртути на особо охраняемых природных территориях, где антропогенная нагрузка отсутствует или минимальна, является актуальным. Содержания ртути, установленные в настоящей работе, можно считать фоновыми для территории Приморского края, что актуально для дальнейших исследований почвы и растительности, а также для исследований особо охраняемых природных территорий по всей России.

Такое обширное исследование содержания ртути в почве, лесной подстилке и растительности на территории Сихотэ-Алинского и Лазовского заповедников, национальных парков «Зов тигра» и «Бикин» проведено впервые. Проведен сравнительный анализ содержания ртути в почве, лесной подстилке и растительности. Выявлены особенности распределения ртути и источники её поступления в объекты исследования.

Область применения: полученные данные могут быть использованы как фоновые содержания ртути в почвах для Дальнего Востока и для всей территории РФ, а также для дальнейшего изучения этих территорий.

Экономическая эффективность/значимость работы: Экономическая целесообразность и выгода не являются прямой целью работы. Значимость работы заключается в исследовании почвы, лесной подстилки и растительности на особо охраняемых территориях Приморского края для изучения распределения ртути.

В будущем планируется продолжить данное исследование в магистратуре.

Список сокращений

ПДК – предельно допустимая концентрация

ГОСТ – государственный стандарт

ДВО РАН – Дальневосточное отделение Российской академии наук

РНФ – Российский научный фонд

ИСП-МС – масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой

ААС – атомно-абсорбционная спектрометрия

СДПС – стандартный образец дерновоподзолистой супесчаной почвы

СанПиН – санитарные правила и нормы

СНиП – строительные нормы и правила

ГН – гигиенические нормы

ПК – персональный компьютер

ИШПР – Инженерная школа природных ресурсов

ПНД Ф – природоохранные нормативные документы федеративные

K_{cc} – среднесменные концентрации

K_m – максимально разовые концентрации

ЧС – чрезвычайная ситуация

Минприроды - Министерство природных ресурсов

ССН – сборник сметных норм

НДС – налог на добавленную стоимость

Оглавление

Введение.....	16
1. Физико-географическая характеристика территорий исследования.....	19
1.1. Административно-географическое положение и рельеф.....	19
1.2. Природно-климатическая характеристика.....	20
1.3. Гидрологическая характеристика	21
1.4. Геологическая характеристика.....	22
1.5. Почвенная характеристика	23
2. Анализ ранее проведенных исследований	25
3. Методика проведения полевых и лабораторных исследований	29
3.1. Методика отбора и подготовки проб.....	29
3.2. Определение ртути атомно-абсорбционным методом	29
3.2. Сравнение результатов метода ААС с результатами ИСП-МС	30
4. Результаты исследования почв.....	32
5. Особенности распределения и накопления ртути разными типами растительности	50
6. Социальная ответственность	56
6.1. Производственная безопасность.....	56
6.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.....	56
6.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.....	61
6.2. Экологическая безопасность	62
6.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	62
7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	65

7.1. Потенциальные потребители результатов исследований	65
7.2. Цели и результаты проекта.....	66
7.3. Организационная структура проекта.....	67
7.4. Иерархическая структура работ проекта	68
7.5. Календарный график Ганта	68
7.6. Составление технического плана.....	70
7.7. Расчет времени труда	70
7.8. Расчет заработной платы исполнителей работ	71
7.9. Расчет затрат на материалы.....	73
7.10. Расчет амортизационных отчислений	74
Заключение	77
Список литературы	79

Введение

Тяжёлые металлы относятся к числу приоритетных загрязнителей окружающей среды из-за своей токсичности [13,17,22]. Среди них наиболее опасным считается ртуть как в элементном виде, так и в виде химических соединений [13,29]. Ртуть обладает способностью концентрироваться и перераспределяться во всех компонентах окружающей среды, а также она способна к миграции, накоплению в пищевых цепях и трансформации как в техногенных, так и в природных условиях. Разные формы существования ртути определяют характер токсических свойств, таких как: мутагенное, канцерогенное, эмбриотоксическое, нейротоксическое и другие свойства. Из-за этих способностей ртути её относят к первому классу опасности по токсическому воздействию на все живые организмы [13,17,22,29].

С каждым годом всё больше растёт ртутная нагрузка на биосферу. Это связано с тем, что использование ртути и её соединений в промышленности увеличивается, соответственно, как и широта путей их поступления в окружающую среду [48,52,53]. Попадая в атмосферу, ртуть из соединений распространяется на большие расстояния, впоследствии с дождями оказываясь в водоёмах и почве, где она аккумулируется, попадает в растения и по трофическим цепям в живые организмы, вызывая отравления и различные заболевания [20,22,29,31,32].

Из-за этого изучение ртути представляет научно-практический интерес не только на территориях с техногенным загрязнением, но и там, где оно отсутствует или минимально. Это поможет вовремя оценить состояние окружающей среды и количество негативного воздействия ртути на живые организмы всех уровней, в том числе и человека [29,30,31,32].

Главной депонирующей средой является почва [48,49,50]. Её микроэлементный состав зависит от факторов почвообразования, гранулометрического состава почвообразующих пород и самой почвы, а на промышленных территориях – от техногенной нагрузки [46, 49,50]. Даже в пределах одного региона микроэлементный состав может сильно отличаться.

Остаётся актуальным вопрос распространения концентраций ртути на территориях, где техногенное загрязнение отсутствует. Как, например, выбранные для изучения особо охраняемые территории Приморского края. Разнородность почвообразующих пород, особенности высокогорных ландшафтов, присутствие пород вулканосадочного литогенеза обуславливают пространственную неоднородность распределения ртути на территориях с первозданным ландшафтом [35,41]. Содержание ртути зависит от количества присутствующего вулканогенного материала в подстилающей породе [16,37,44,54]. Влияние ртути из таких пород оказывается не только на почвы, но и на водоёмы [42,43].

Целью работы является определение содержания ртути в почве, лесной подстилке и растениях особо охраняемых природных территорий Приморского края, установление особенностей и источников её распределения по территориям исследования.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Определить концентрацию ртути в пробах с трёх заповедных территорий Приморского края, где отсутствует антропогенное загрязнение или оно сведено к минимуму;
2. Сравнить содержание ртути в почве с её содержанием в лесной подстилке и растительности;
3. Установить причины концентрации ртути в компонентах природной среды на территории особо охраняемых природных территорий;

Теоретическая и практическая значимость. Содержания ртути, установленные в настоящей работе, можно считать фоновыми для территории Приморского края, что актуально для дальнейших исследований почвы и растительности, а также для исследований особо охраняемых природных территорий по всей России.

Научная новизна. Такое обширное исследование содержания ртути в почве, лесной подстилке и растительности на территории Сихотэ-Алинского и

Лазовского заповедников, национальных парков «Зов тигра» и «Бикин» проведено впервые. Проведен сравнительный анализ содержаний ртути в почве, лесной подстилки и растительности. Выявлены особенности распределения ртути и источники её поступления в объекты исследования.

1. Физико-географическая характеристика территорий исследования

1.1. Административно-географическое положение и рельеф

Районы, взятые для исследования, находятся на территории 2 заповедников и 2 национальных парков в Приморском крае и располагаются на северо-востоке, востоке и юго-востоке региона.

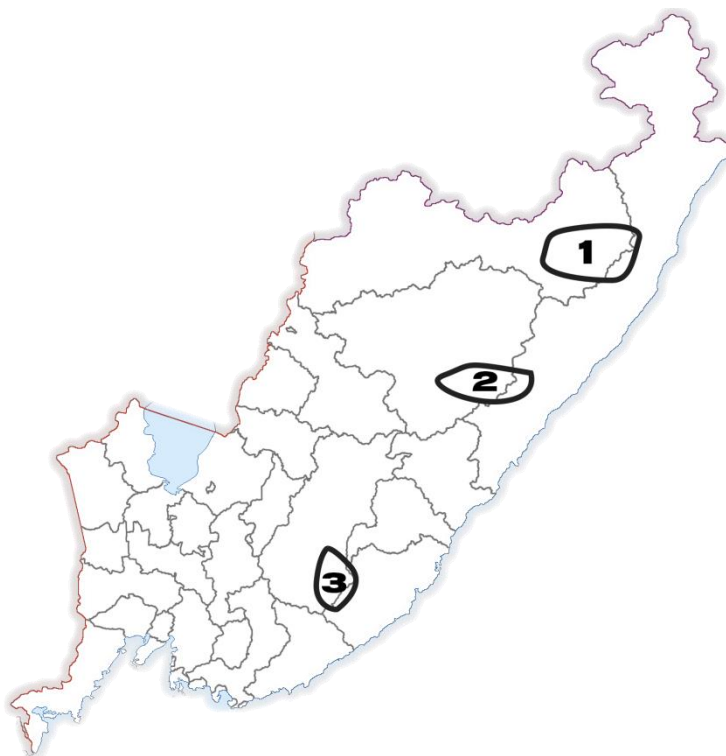


Рисунок 1 – Районы исследования на карте-схеме Приморского края

Примечание: 1 – Бикинский участок, 2 – Шандуйский участок, 3 – Милоградовский участок

Бикинский участок располагается на территории Национального парка «Бикин» на севере Пожарского района Приморского края в пределах западного макросклона горного хребта Сихотэ-Алинь [14]. Рельеф участка выражен изрезанностью, выделяются три зоны: низменная аллювиальная равнина, уплощённые увалы и пояс низкогорий. Притоки бассейна реки Бикин прорезают сопково-гористый рельеф многообразием лесных экосистем. Абсолютные высоты территории изменяются в пределах от 300 м (долина р.Некрасовка) до 1223 м (г.Топограф), также имеются склоны средней и

большой крутизны и гольцовые высокогорья, по соседству с крупнейшим в Приморье горным водораздельным Бикино-Пейским вулканическим плато и Бикинской межгорной депрессией. Территория обладает высоким значением величины эрозионной расчленённости и разнообразным составом горных пород [14].

Милоградовский участок расположен на юго-востоке Приморского края на территории Лазовского заповедника и национального парка «Зов тигра», в южных горах Сихотэ-Алиня. Преобладающим ландшафтом территории являются крутые горные склоны, покрытые лесами, узкие и часто каменистые гребни. Высота над уровнем моря колеблется от 500 до 700 м, выбивающихся из общего диапазона высот нет на данной территории [34,37].

Шандуйский участок расположен на юге Приморского края на территории Сихотэ-Алинского заповедника, в центральной части Сихотэ-Алиня – обширного горного хребта, вытянутого вдоль Японского моря. Так же, как и на двух других территориях, рельеф Шандуйского участка сложен горными склонами, рассеченных реками. Территория входит в Восточно-Сихотэ-Алинский вулканический пояс. В рельефе района выделяют: водораздельный уровень средневысотных гор (700-1200 м над уровнем моря), водораздельный уровень низкогорья (300-500 м над уровнем моря), уровень холмисто-увалистых предгорий (100-200 м над уровнем моря) и речные террасы.

1.2. Природно-климатическая характеристика

Территории располагаются в умеренном климатическом поясе на восточной окраине Евразии, южной подобласти муссонной лесной области, в Тихоокеанской области умеренной зоны. В результате воздействия радиационных и циркуляционных процессов на данной территории сформировался континентальный климат с чертами муссонности. Дифференциация климата определяется под воздействием рельефа и разности растительности [14]. В зимний период преобладают северо-западные ветра, приносящие с континента сухой и холодный воздух и ясную погоду, средняя

температура января $-20,8$ °С, а минимальная -42 °С. Летом с Тихого океана приходят муссоны, которые приносят с собой большое количество влаги, за 4 месяца – с июня по сентябрь – здесь выпадает примерно 400 мм осадков. На привершинных горных участках среднегодовое количество осадков может превышать 1000 мм. В самые жаркие месяцы: июль и август, температура может достигать 40 °С, при средней температуре $21,4$ °С [46].

1.3. Гидрологическая характеристика

Гидрология реки Бикин представлена, в основном, речной сетью и небольшой заболоченностью в долинах рек [14]. Плоские и извилистые лентообразные равнины образуются в долинах Бикина и её крупных притоков. Реки в низкогорьях меандрируют и образуют хорошо выработанные и частично заболоченные протоки. Из-за этого плоская поверхность поймы изрезана сухими протоками, иногда заполняемыми марями [2].

Река Милоградовка берёт своё начало от слияния четырёх ручьёв – Длинный, Ветвистый, Каменный и Прямой [15], и протекает в юго-восточном направлении. Эта река считается самой красивой рекой Приморья.

Наиболее крупные реки на территории Шандуйского участка: Таежная, Серебрянка, Джигитовка, все они впадают в Японское море. Реки горные или предгорные, поэтому быстрые и с частыми перекатами и водопадами. Также на территории участка есть озера, образованные благодаря оползням. Эти озёра отличаются по размеру и форме, уровень воды в них варьируется в зависимости от времени года. Летом озёра питаются дождями, весной – таянием снега.

В течение года уровень воды в реках на каждой территории колеблется от 2,7 м до 3,8 м, основная масса стока приходится на летний период года. Это связано с наличием обильного количества дождей во второй половине лета, которые вызваны циклонами или тайфунами. Весной на уровень воды влияет таяние снега, в основном, в апреле и мае. Освобождение ото льда начинается в середине апреля, ледоход проходит бурно, с заторами. А шуга отмечается в начале ноября, полностью замерзают реки к концу месяца, ледостав обычно

составляет около 140 дней, а зимняя межень чуть меньше – 130 дней [45]. Мутность воды небольшая за счёт устойчивости горных пород, увеличивается только с изменением величины речного стока.

1.4. Геологическая характеристика

На территории Бикинского участка породы неогеновой, представленные базальтами, и меловой системы, представленные туфопесчанниками, туфоалевролитами, туффитами и т.д., залегают несогласно и собраны в складки, врезаемые в них породы эоценового периода слагают поймы рек. Также присутствуют интрузии палеогеновой системы с андезитами, андезитовыми порфиритами и их туфами. Все представленные породы магматического происхождения кислого или основного состава, преимущественно лавы.

Формирование рельефа Милоградовского участка связано с формированием складчатых структур палеозойского, мезозойского и кайнозойского возрастов, сложенные разломами вулканической и интрузивной активности [15]. Большинство горных вершин на реке Милоградовка образуют магматические породы мелового периода. Все осадочные породы от карбона до нижнего мела собраны в складки северо-восточного простирания, разбитые разрывными нарушениями, из-за чего нижний структурный этаж имеет складчато-глыбовое строение. На таком фундаменте залегают слабо дислоцированные вулканогенные породы, которые образуют вулканотектонические структуры, распространённые только в вулканических областях [37].

На территории Шадуйского участка древнейшие породы фундамента устанавливаются локально, на этом фундаменте представлены верхнемеловые и палеогеновые морские или лагунно-озерные осадки, такие как: конгломераты, песчаники, глины, а также мощные сложные комплексы разнообразных вулканитов. Эльвий и делювий разнообразных ассоциаций горных пород вулканитов, магматических и частично осадочных образований здесь служат почвообразующими породами.

1.5. Почвенная характеристика

На территории Бикинского участка можно наблюдать следующие разновидности почв: буро-таёжные, бурые лесные среднесуглинистые, бурые лесные среднесуглинистые в комплексе с лугобурями глинистыми, дерново-глееватые и дерново-глеевые в комплексе с бурыми лесными глееватыми различного мехсостава. Почвообразующими породами являются основные и кислые метаморфические и изверженные [35,36].

Почвы на Милоградовском участке распространены маломощные каменистые слаборазвитые с ясно выраженной зональностью залегания, которая нарушается эрозионными процессами и характером склонов. В это определение не входят почвы русел рек, шлейфов и гольцовых вершин. Широко распространёнными почвами на территории являются горно-лесные бурые, горно-таёжные иллювиально-гумусовые и дерново-аллювиальные.

За пределами долины могут встречаться подзолистые почвы. На некоторых прибрежных равнинах и горных котловинах встречаются похожие на чернозем чёрные почвы. Отложением гравия с менее развитыми сырыми почвами и песка сопровождаются водотоки [37].

Процесс почвообразования на территории происходит весьма медленно. Элювий, элюво-делювий и делювий образуются путём скатывания разрушенных пород по склонам. Одним из главных факторов почвообразования является эрозия, особенно заметная после выпадения ливневых осадков. Только там, где почва закреплена корнями растений и деревьев и перекрыта лесной подстилкой, вода не смывает верхние слои почв.

Почвенный покров на территории Шандуйского участка сложный и многокомпонентный. На формирование почвы оказало влияние разнообразие растительных ассоциаций, климат и другие геоморфологические условия. Почвы здесь распределены вертикально от теплых влажных буроземов умеренно теплых широколиственных лесов до холодных влажных альфа-гумусовых елово-лиственничных редколесий и кедровых стлаников. В поймах рек образовались аллювиальные почвы, которые при поднятии по речной

долине сменяются дерново-аллювиальными, потом буроземно-дерновыми и дерново-буроземными. Буроземы глеевые, торфянистые, торфяные и эллювиально-глеевые почвы формируются в условия затрудненного дренажа [27].

Таким образом, в данной главе были обработаны литературные данные по заповедным территориям Приморского края, приведена административно-географическая, природно-климатическая, гидрологическая, геологическая почвенная характеристики и климатические условия. Всё это необходимо для изучения источников поступления ртути на исследуемых участках.

2. Анализ ранее проведенных исследований

Во всех компонентах окружающей среды ртуть содержится в таких формах как: элементарная ртуть, химически активная ртуть, сорбированная ртуть, метилртуть и родственные ртуть органические соединения. Определение индивидуальных соединений ртути часто становится очень сложным из-за её трансформации в природной среде, поэтому в природе поведение ртути называют «формы ртути» [11].

Источники поступления ртути подразделяются на две группы: антропогенные и природные.

Антропогенные источники можно разделить на множество категорий. Производство первичных металлов, производство минералов и материалов с примесями ртути, намеренное использование ртути в промышленных целях, намеренное использование ртути в производстве потребительских товаров, сжигание отходов и другие категории занимают значительную нишу в общем объёме антропогенных выбросов, однако доминирующую позицию занимает сжигание всех видов топлива [33].

В аэрозольном состоянии или в виде паров в воздухе постоянно содержится до 5 тыс. т. ртути, объём ртути зависит от антропогенной нагрузки на территории [80]. Например, 0,8-1,2 нг/м³ ртути содержится в слабозагрязненном воздухе, в то время как в районах месторождений газа содержание может достигать до 70000 нг/м³ [3].

Природные источники можно разделить ещё на две группы: глобальные эндогенные и глобальные экзогенные. В первую группу можно отнести верхнюю мантию и всю толщу земной коры, а во вторую: лесные пожары, выветривание, испарение мирового океана и т.д. [71]. Высокое содержание ртути выявлено именно в мантии Земли. Известное «ртутное дыхание Земли» или природная эмиссия это результат испарения ртути из почвы, вод, горных пород и процесса дегазации. 3 тыс. т. в год ртути поступает в окружающую среду в результате «ртутного дыхания». Оно становится сильнее при землетрясениях, геотермальных явлениях, извержениях вулканов и т.п.

Вулканическая активность – один из главных источников выбросов в атмосферу не только ртути, но и всех химических элементов [40]. Клубы дыма и пепла от извергающегося вулкана разносятся на сотни километров вокруг, постепенно оседая и попадая в почву, поверхностные воды, на поверхность растений и т.д.

Почва является открытой подсистемой в геохимическом ландшафте и имеет способность трансформировать поступающие соединения, повышать или понижать их миграционную способность [1,74]. Именно в почве сходятся главные миграционные потоки не только ртути, но и всех тяжелых металлов. Металлы в почве мобилизуются, затем вовлекаясь в различные миграционные циклы, а их массы, поступающие с осадком растительности, из почвообразующих пород и осаждаясь из атмосферы, перераспределяются. Поступившие в результате вулканической активности, гидротермальных процессов и др. избыточные массы металлов выводятся из системы миграционных циклов и прочно связываются с почвой [4].

В глобальном биогеохимическом цикле ртути почва является одним из важных компонентов, поскольку именно на поверхности почвы осаждается большая часть металла из воздуха. Концентрация ртути в почвах колеблется в довольно обширном диапазоне в зависимости от типа почв, условий почвообразования, подстилающей породы, климатических условий и других факторов. Однако для всех типов почв характерно уменьшение концентраций с увеличением глубины почвенного профиля [18]. Наибольшей способностью к накоплению ртути обладают болотные почвы из-за более медленной минерализации органического вещества. Также вынос ртути уменьшает водоудерживающая способность торфа. Для песчаных почв присущи более низкие содержания ртути, для богатых органическим веществом почв – высокие содержания. В лесных почвах ртуть больше сконцентрирована в лесной подстилке благодаря ферментации и гумификации растительного опада [49].

Содержание ртути может варьироваться даже в одном типе почв, это также зависит от миграционно-аккумулятивных процессов [47], поэтому в

сопряженных трансэлювиальных и супераквальных ландшафтах содержание ртути больше, чем в автономных элювиальных [6]. В присутствии фульвокислот миграционная способность ртути возрастает, а при увеличении содержания гуминовых кислот уменьшается, это относится к черноземным и каштановым почвам и приводит к образованию устойчивых металлорганических соединений. Миграционные процессы ртути определяются гранулометрическим составом почв и количеством органического вещества [38].

Важная часть поведения ртути в почвенно-растительной зоне является то, что она находится в подвижном равновесии в системе субстрат-почва-раствор-растение. Для миграции ртути также большое значение имеет легкая адсорбция минеральными веществами. Прочность связи ртути с почвой зависит от количества органического вещества, это характерно, например, для сероземов и дерново-луговых почв [6].

Области Тихоокеанского региона, непосредственно примыкающие к морю, и охваченные проявлением современной вулканической деятельностью, содержат повышенные содержания ртути. Она сопровождает месторождения серебра и золота. По глубинным разломам ртуть поступает из глубоких частей Земли в составе газов вулканов. В горных породах ртуть в основном присутствует в виде HgS – киновари [39]. Ее растворимые соединения могут восстанавливаться до самородной ртути. Она активно поглощается бурыми водорослями и наземной растительностью, легко образует комплексы с гуминовыми кислотами в почвах, образуя соединения, отличающиеся высокой токсичностью.

В Дальневосточном регионе содержание ртути в горных породах может в 10-100 раз превышать обычное. Нормальное содержание ртути в невулканических породах – 11 нг/м³, возле вулканов ее концентрация равняется 6 мкг/м³.

В Хабаровском крае обнаружено повышенное содержание ртути в 1,5-2 раза выше фоновых в почвах и горных породах Верхне-Буреинского,

Комсомольского и Амурского районов [40]. Ртуть является типичным элементом минерализации территории Среднеамурской низменности. Здесь установлены рудопроявления и месторождения этого элемента.

Ртуть в водах бассейна мигрирует большей частью в ассоциации с взвешенным веществом, а также в виде органически связанной растворенной и, в меньшей степени, «истинно растворенной» фракции [8]. Содержание ртути в водах может увеличиваться в весьма значительной степени во время прохождения крупных паводков [75]. При этом доля ее в растворенной, не связанной с органическим веществом, фазе возрастает.

Согласно данным института водных и экологических проблем [23,24,25] растворенная фракция ртути в водах р. Амура (Хабаровск) составляет 9 нг/л, а взвешенная 60 нг/л. В озерах поймы нижнего Амура растворенная фракция колеблется от 1-6 нг/л, а взвешенная – от 92 до 120 нг/л. Уровень содержания элемента может сильно возрастать во время характерных для бассейна муссонных паводков, когда концентрация ртути во взвешенной и растворенной фракциях увеличивается на 1-2 порядка и достигает 0,5 мкг/л (действующие нормы ПДК) и больших величин [8].

При выявлении особенностей накопления ртути в почвах в сходных климатических регионах [81] следует учитывать влажное и сухое осаждение, содержание органического материала в почвах, солнечную радиацию.

Торфяные отложения на территории Хабаровского и Камчатского краев, Амурской и Сахалинской областей содержат ртуть в концентрации 200-300 нг/г, при этом торф низинного и переходного типа содержит значительно больше этого элемента, чем торф верхового типа [21]. Также по результатам исследования дальневосточных торфяников, развивающихся в непосредственном соседстве с действующими вулканами, показано, что они обогащены ртутью вследствие попадания в них ртутеносной пироклаستيки: максимумы концентраций хорошо коррелируют с горизонтами, которым присуща повышенная зольность – результат отложения продуктов вулканической деятельности.

3. Методика проведения полевых и лабораторных исследований

3.1. Методика отбора и подготовки проб

Для отбора проб использовался маршрутный метод в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83., ГОСТ 17.4.4.02-84 [59,60]. Пробы почв были отобраны летом 2020 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. Работа поддержана грантом РФФИ № 20-64-47021.

Пробы отбирались с 3 территорий Приморского края: бассейн реки Бикин (Бикинский участок), бассейн реки Милоградовка (Милоградовский участок), район Шандуйских озёр (Шандуйский участок). Всего было отобрано для изучения: 51 проба почвы, 38 проб лесной подстилки и 82 пробы растительности.

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 1мм фракции, пробы лесной подстилки и растительности измельчены в кофемолке, а потом просеяны через сито для исключения из пробы не размельчённых веточек.

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-абсорбционным методом

Исследование было проведено методом атомной абсорбции с помощью анализатора ртути «РА 915М» с приставкой «ПИРО-915+» путём восстановления связанной ртути из атомизатора в аналитическую кювету воздухом без предварительного озоления. В качестве стандарта для изучения проб почвы и лесной подстилки использовали стандартный образец почвы СДПС-3 (комплекс СДПС) с содержанием ртути 0,290 мг/г и стандартный

образец листа берёзы с содержанием ртути 0,037 мг/кг для изучения проб растительности.

Данный метод анализа требует минимальной пробоподготовки твёрдых проб, также к преимуществам атомной абсорбции можно отнести минимальную вероятность грубых ошибок анализа за счёт контроля неселективного поглощения в процессе измерения [12]. 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 [69].

3.2. Сравнение результатов метода ААС с результатами ИСП-МС

Дополнительно пробы почв с Милоградовского участка 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.2) видно, что сходимость у результатов исследования хорошая, что подтверждает их достоверность.

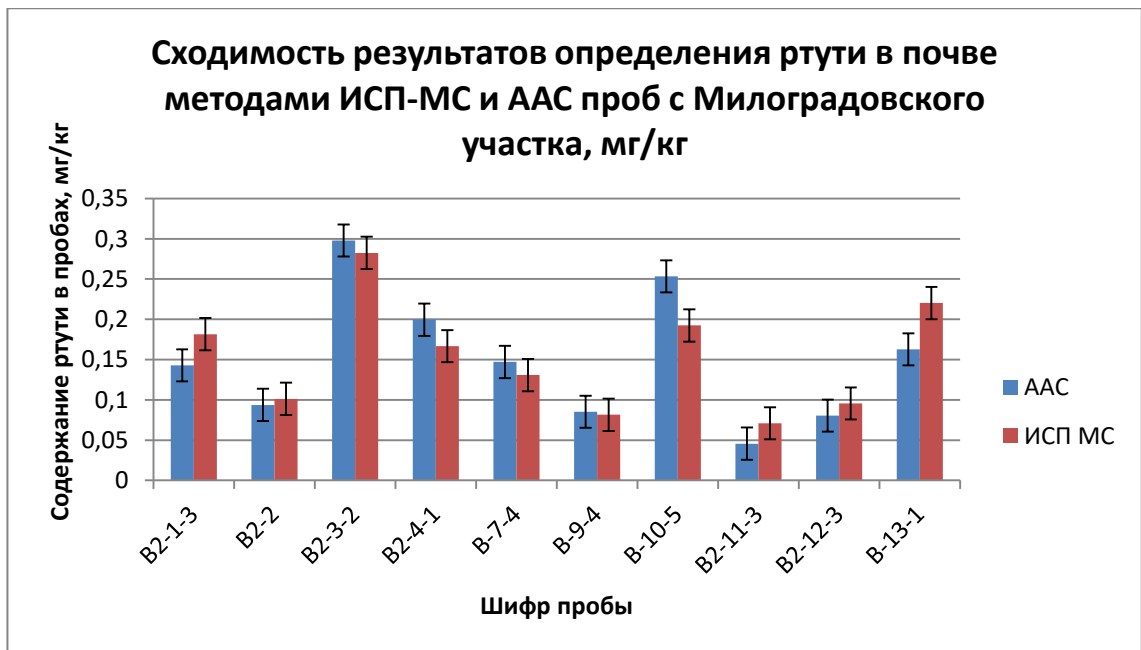


Рисунок 2 – Сходимость результатов определения ртути в почве методами ИСП-МС и ААС проб с Милоградовского участка.

4. Результаты исследования почв

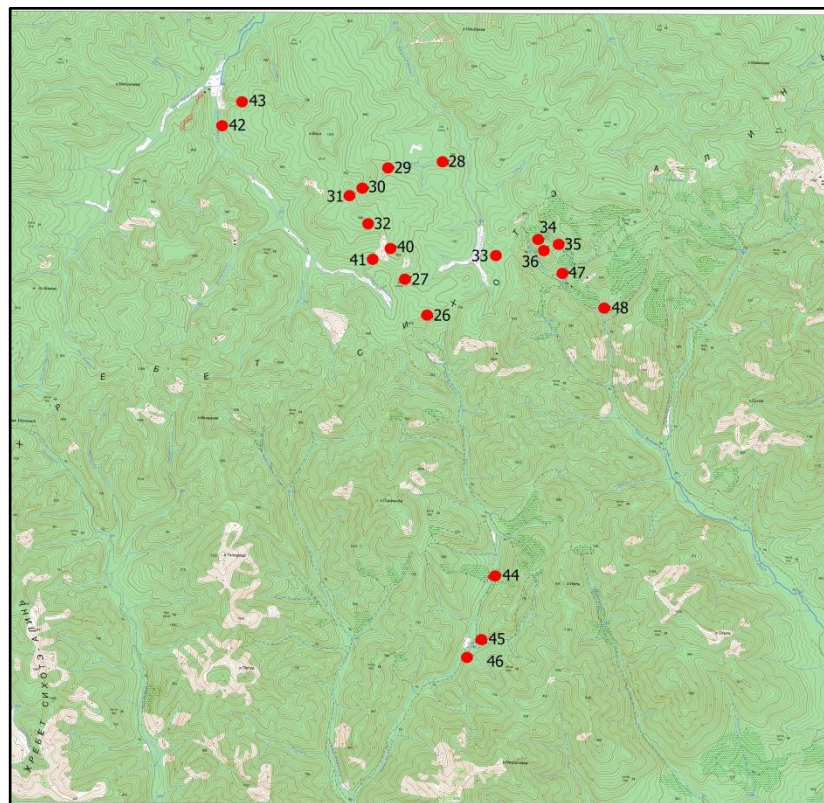


Рисунок 3 – Карта-схема с точками отбора проб на Бикинском участке

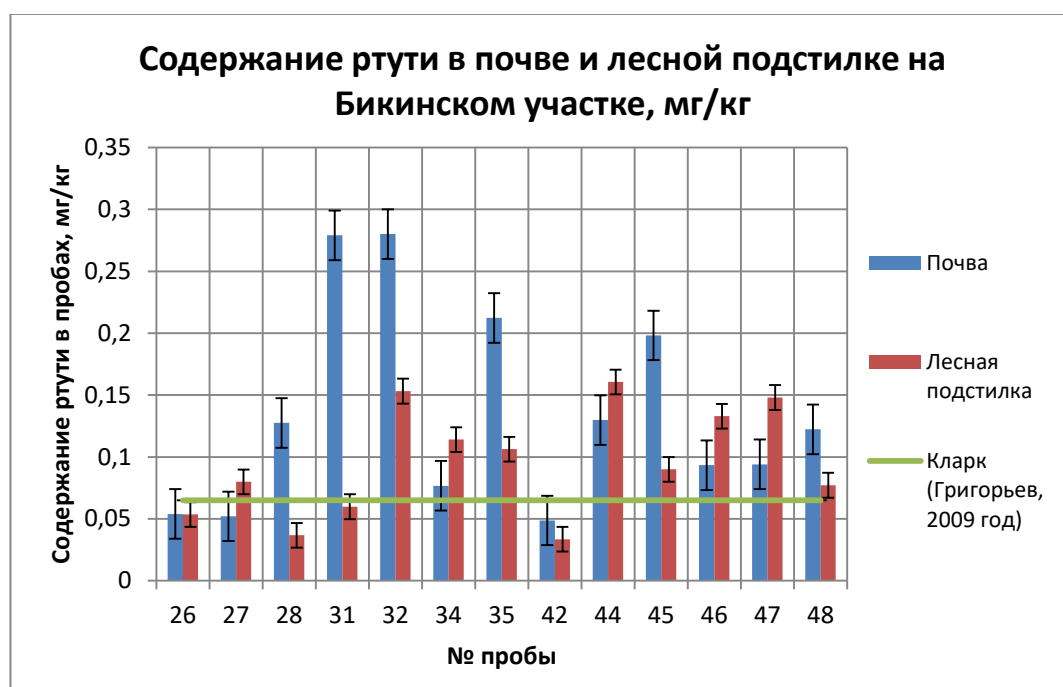


Рисунок 4 – Содержание ртути в почве и лесной подстилке на Бикинском участке

На территории Бикинского участка было отобрано 18 проб почв и 16 проб лесной подстилки, расположение точек отбора проб представлены на

карте (рис.3). Результаты измерения содержания ртути в пробах методом атомной абсорбции представлены на графике (рис.4). Среднее содержание ртути в почвах территории Бикинского участка составило $0,117 \pm 0,02$ мг/кг, при максимальном и минимальном содержании 0,280 и 0,021 мг/кг соответственно. Среднее содержание ртути превышает кларк в 2 раза, но в некоторых пробах содержание ртути ниже кларкового значения. Для сравнения использовали кларк по Григорьеву, 2009 год - содержание ртути в верхней части континентальной земной коры, равное 0,065 мг/кг [19]. Содержание ртути в лесной подстилке ниже почв почти во всех точках отбора проб, среднее содержание составляет $0,092 \pm 0,01$ мг/кг.

На данной территории в 5 пробах: 28, 39, 44, 45, 48 содержание ртути выше 0,1 мг/кг, а коэффициент концентрации 1,5-2. Пробы 31, 32 и 35 содержат более 0,2 мг/кг ртути и имеют коэффициент концентрации 3-4,5.

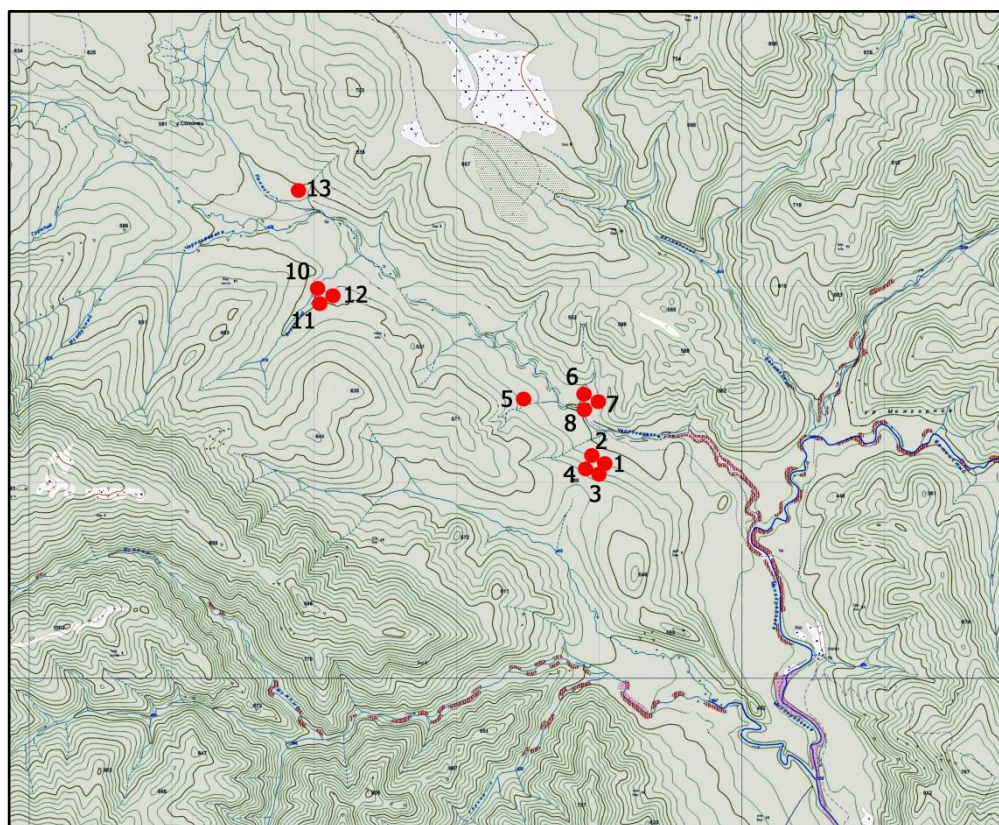


Рисунок 5 – Карта-схема с точками отбора проб на Милоградовском участке

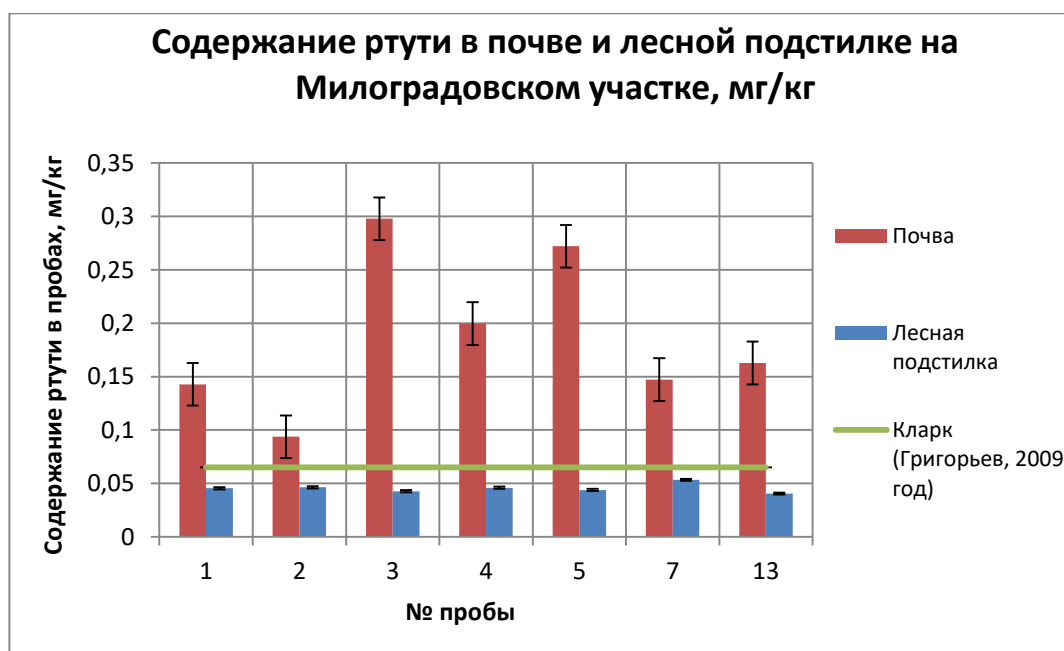


Рисунок 6 – Содержание ртути в почве и лесной подстилке на Милоградовском участке

На территории Милоградовского участка отобрали 11 проб почв и 7 проб лесной подстилки, точки отбора проб представлены на карте (рис.5). Результаты измерения содержания ртути в пробах методом атомной абсорбции представлены на графике (рис.6).

Среднее содержание ртути в почвах территории Милоградовского участка (Ванчин) составило $0,162 \pm 0,02$ мг/кг, при максимальном и минимальном содержании 0,298 и 0,046 мг/кг соответственно. Среднее содержание ртути превышает кларк в 2,5 раза, только одно значение содержания из всех проб находится ниже кларкового [19]. Среднее содержание ртути в почвах в 1,5 раз выше среднего содержания ртути на территории Бикина.

Содержание ртути в лесной подстилке на одном уровне, среднее значение $0,045 \pm 0,001$ мг/кг, в то время как в пробах почвы распределение содержаний ртути неравномерно.

В пробах 1, 4, 5, 13 содержание ртути выше 0,1 мг/кг, а коэффициент концентрации 2-3. В пробах 3 и 10 содержание ртути выше 0,2 мг/кг, а коэффициент концентрации превышает 4.

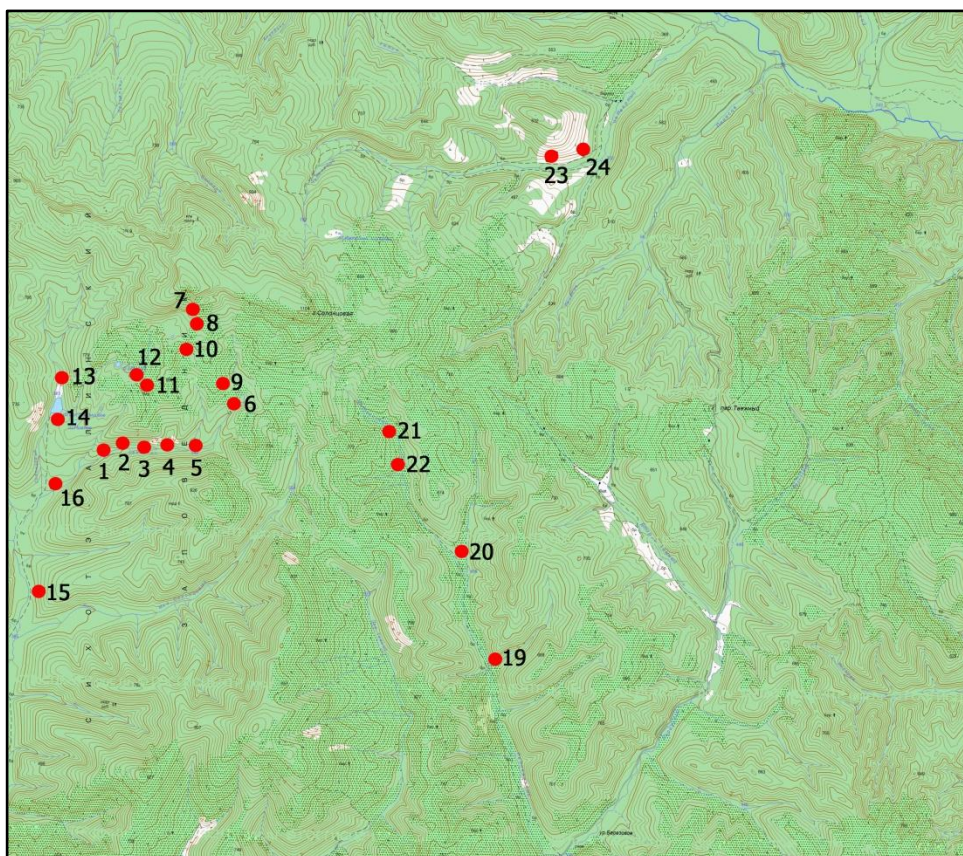


Рисунок 7 – Карта-схема с точками отбора проб на Шандуйском участке

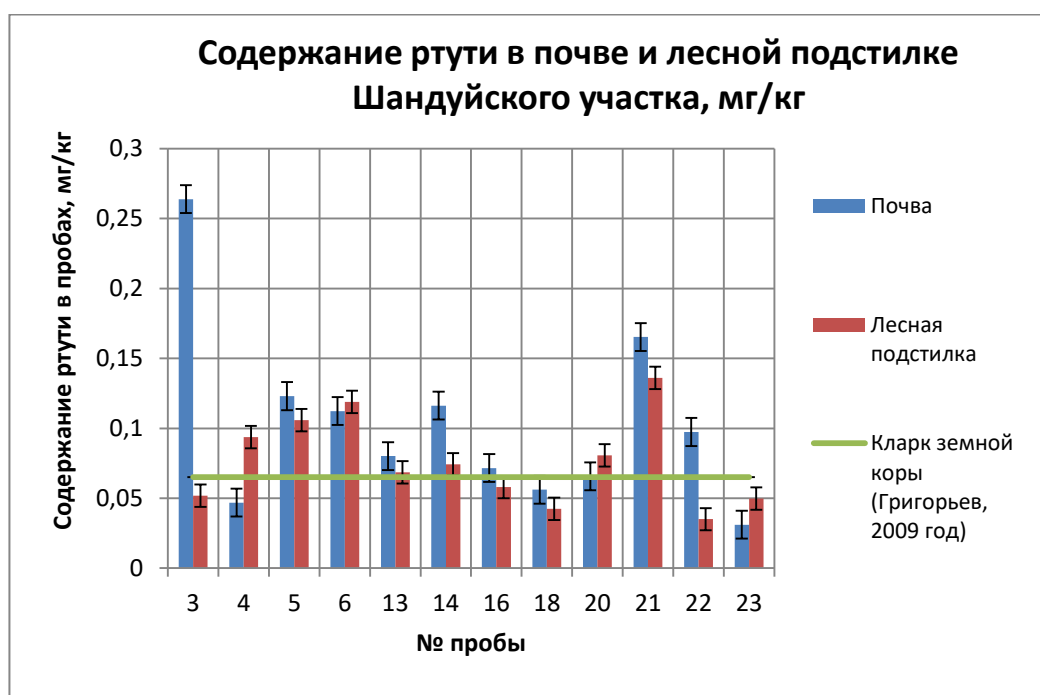


Рисунок 8 – Содержание ртути в почве и лесной подстилке Шандуйского участка

На территории Шандуйского участка отобрали 22 пробы почв и 15 проб лесной подстилки, точки отбора проб представлены на карте (рис.7).

Результаты измерения содержания ртути в пробах методом атомной абсорбции представлены на графике (рис.8).

Среднее содержание ртути в почвах на территории Шандуйских озёр составило $0,098 \pm 0,01$ мг/кг, максимальное и минимальное содержание 0,264 и 0,013 мг/кг соответственно. Эта территория отличается от двух других более низким средним содержанием ртути в почве, однако среднее значение превышает кларковое почти в 1,5 раза [19]. Содержание ртути в пробах лесной подстилки колеблется почти в тех же пределах, что и в пробах почв, среднее содержание ртути в пробах лесной подстилки = $0,076 \pm 0,008$ мг/кг, разница в их средних значениях обусловлена несколькими аномальными пробами почв.

У 2 и 3 пробы содержание ртути превышает 0,2 мг/кг, а коэффициент концентрации равен 3,5-4. У остальных проб, превышающих 0,1 мг/кг ртути в пробе: 5, 6, 9, 14, 19, 21, коэффициент концентрации равен 1,5-3.

Результаты изучения ртути в почвах и лесной подстилке 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.1) и лесной подстилки (табл.2).

Таблица 1 – Оценка числовых характеристик содержаний ртути в пробах почв с трёх участков.

	Бикинский	Милоградовский	Шандуйский
n	18	11	22
m	0,117	0,162	0,098
Xmed	0,100	0,147	0,084
Xmod	Множество	Множество	Множество
Xгеом	0,093	0,140	0,076
Min	0,021	0,046	0,013
Max	0,280	0,298	0,264
S	0,079	0,085	0,069
δm	0,019	0,026	0,015
V	67,369	52,299	70,570
A	1,020	0,359	1,145
δA	0,536	0,661	0,491
E	0,220	-1,154	0,854
δE	1,038	1,279	0,953

Таблица 2 – Оценка числовых характеристик содержаний ртути в пробах лесной подстилки с трёх участков.

	Бикинский	Милоградовский	Шандуйский
n	16	7	15
m	0,092	0,045	0,076
Xmed	0,085	0,046	0,069
Xmod	Множество	Множество	Множество
Xгеом	0,080	0,045	0,070
Min	0,027	0,041	0,035
Max	0,161	0,053	0,136
S	0,046	0,004	0,033
δm	0,011	0,002	0,009
V	49,658	8,924	43,552
A	0,127	1,211	0,658
δA	0,564	0,794	0,580
E	-1,440	2,520	-0,912
δE	1,091	1,587	1,121

Примечание: n – объем выборки (количество изученных проб), m – среднее, Xmed – медиана, Xmod – мода, Xгеом – среднее геометрическое, Min – минимум, Max – максимум, S – стандартное отклонение, δm – стандартная ошибка стандартного отклонения, V – коэффициент вариации, A – асимметрия, δA – стандартная ошибка асимметрии, E – эксцесс, δE – стандартная ошибка эксцесса.

По результатам оценки видно, что на всех участках и в почве, и в лесной подстилке среднее арифметическое и среднее геометрическое незначительно различаются. Это значит, что ураганные значения, полученные в результате

исследования, не оказывают существенного влияния. Разброс аналитических данных выражается предельными значениями (min-max). Эксцесс в оценке почв на Милоградовском участке отрицательный, что значит сглаженное распределение, на двух других участках, наоборот, – остроконечное. В оценке лесной подстилки на Милоградовском участке распределение остроконечное, а у Бикинского и Шандуйского – сглаженное. Это означает более равномерно распределенные концентрации ртути в пробах по территории.

Существует целый ряд возможных причин повышенных содержаний, относительно кларка, ртути на исследуемых территориях как в почве, так и в лесной подстилке. Есть два пути концентрации ртути: эндогенный и экзогенный, на исследуемых участках присутствуют оба пути.

Изучение почв невозможно без изучения взаимосвязей генетических горизонтов или почвенных подсистем, к ним относятся как растения, так и лесная подстилка. Она является неотъемлемым компонентом лесных биогеоценозов, связывает почву и фитоценоз. Лесная подстилка находится в тесной связи с почвенной системой, являясь подсистемой, взаимодействует с другими почвенными подсистемами и выполняет определённые функции. Например, подстилку можно назвать органическим микробарьером почвы, в котором происходит концентрация химических элементов из-за уменьшения интенсивности их миграции [5].

Стоит более детально рассмотреть основные источники поступления металла. При изучении проб после исследования на ртутном анализаторе нам стало понятно, что рельеф играет немаловажную роль в содержании ртути во всех точках отбора проб, поэтому для выявления источников были учтены все нюансы исследуемой местности.

Превышения кларка замечены в пробах, отобранных близ рек, более детально пробы рассмотрены дальше. В поверхностных водах миграция ртути происходит в растворимой форме и в составе взвеси. Пресные незагрязнённые воды содержат <5 нг/л общей ртути. Обычно такая ртуть остается в донных отложениях или попадает в организмы водной флоры. Также влияют и

тектонические структуры, подводящие к поверхности минерализованные воды [51]. Большая часть таких вод разгружается вдоль разломов непосредственно в речной пойме. Ртуть в воде может попадать в почву с помощью животных, которые в летний период поедают водную растительность у берегов, или весной во время паводков.

Также нормально повышение содержаний ртути в почве после таяния снега, так как при высоких температурах и влажности в почве образуются трудноподвижные органические соединения ртути, а экстрагируемость отмечается высокой при отрицательных температурах и высокой влажности [6].

Одним из главных источников поступления ртути не только в почвы, но и в целом в окружающую среду является и современный вулканизм. Географически Приморский край располагается в области Тихоокеанского вулканического кольца, как уже было сказано выше, здесь находится около 370 действующих вулканов [9]. Последнее крупное извержение близ Приморского края произошло в Японии в 2017 году. Пришёл в активность вулкан Асо в префектуре Кумамото, на острове Кюсю. Столб пепла и дыма поднялся выше, чем на 2 километра в воздух. Воздействия этого вулкана нельзя исключать, поскольку он находится на юге от Приморского края, а роза ветров (рис.9) имеет преобладающее северное направление.

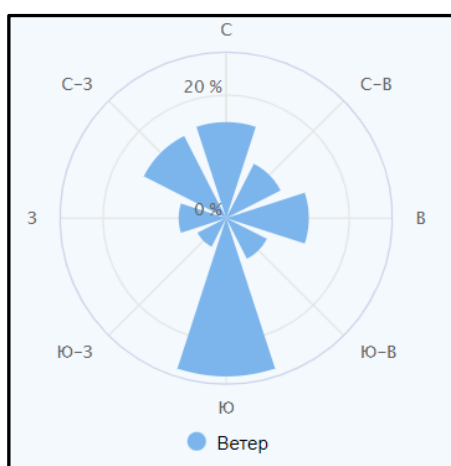


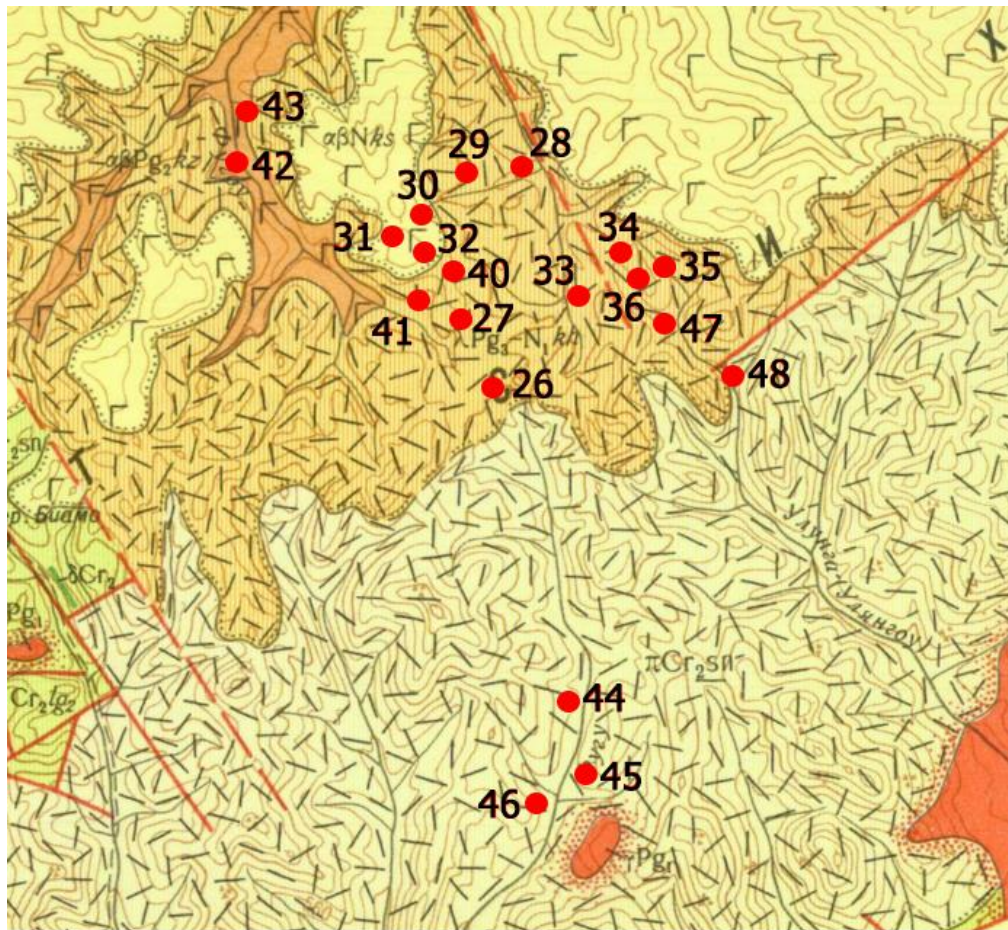
Рисунок 9 – Роза ветров Приморского края [70]

Ртуть, как наиболее легко возгоняемый металл, может поступать в окружающую среду в результате дегазации мантии благодаря проницаемости

тектонических структур. На современном этапе эволюции Земли процесс дегазации очень активный. Этим объясняется превышение концентрации ртути в осадочной оболочке над гранитным слоем [4].

Рельеф исследуемых территорий сложен сопками, располагаются территории на склоне горного хребта Сихотэ-Алинь на вулканических породах, поэтому здесь распространены кудуры – рыхлые горные обнажения [28]. Формирование кудур и даже целых группировок кудур связано с щелочным базальтовым типом вулканизма палеогенового возраста. Эта зависимость характерна для всего Тихоокеанского вулканического кольца (вулканитов мезозойско-кайнозойского времени формирования) [9].

Так или иначе, концентрация ртути в почве определяется содержанием металла в минеральной части – почвообразующей породе, и генезисом подстилающей породы.



Неогеновая система	Nikh	Миоцен. Базальты, андезито-базальты, андезиты и дациты
Палеогеновая система	abPg₂kz	Эоцен. Песчаники, аргиллиты, алевролиты. Базальт, андезит
Меловая система Верхний отдел	PCr₂sn	Датский ярус - сенонский надъярус. Сияновская свита. Туфопесчаники, туфоалевролиты, туффиты, кварцевые порфиры, фельзиты, дациты
		Вулканогенные образования кислого состава, преимущественно лавы
		Вулканогенные образования основного состава, преимущественно лавы
		Контактные роговики
		Линия тектонического контакта достоверная и предполагаемая
		Точки отбора проб

Рисунок 10 – Геологическая карта с условными обозначениями и точками отбора проб Бикинского участка

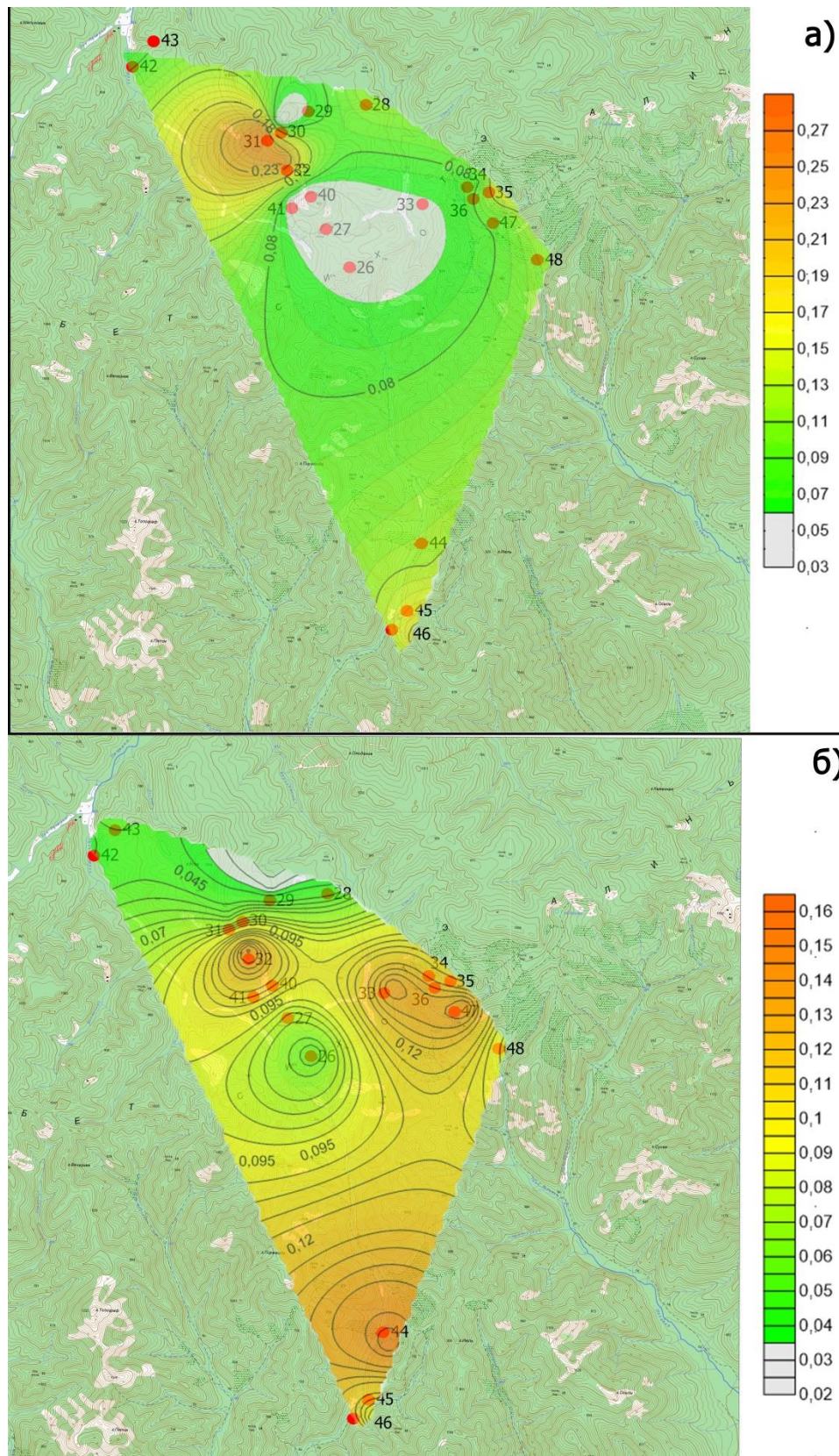


Рисунок 11 – Карта-схема распределения ртути в почве (а) и лесной подстилке (б) на Бикинском участке

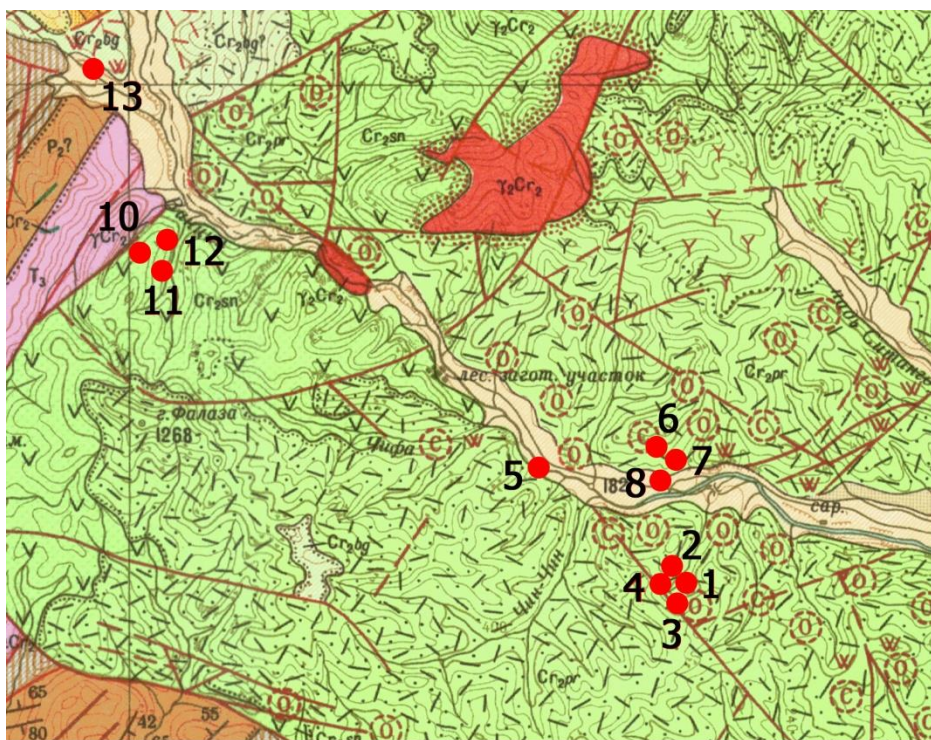
Для более детального изучения влияния подстиляющей породы на содержание ртути в пробах почв и лесной подстилки, мы сопоставили

геологическую карту с условными обозначениями и точками отбора проб с картой распределения ртути в почвах и лесной подстилке. Пробы №30, №31 и №32 отобраны довольно близко друг к другу на одном вулканогенном образовании основного состава преимущественно с лавой, но имеют довольно большую разницу в содержании ртути, из всех исследованных проб – максимум и минимум. Пробы №31 и №32, имеющие концентрацию ртути 0,279 и 0,280 мг/кг соответственно, находятся на вершинах гор, где обнажаются горные породы, а проба №30 – на склоне, недалеко от истока ручья Средний. Проба №42 также находится на вулканогенном образовании основного состава, в пойме реки Правая Пещерка, имеет не превышающую кларк концентрацию ртути.

Остальные пробы отбирались на вулканогенном образовании кислого состава и разности их концентраций ртути можно обосновать расположением точек отбора проб на рельефе.

Пробы, отобранные у истока ручьев или рядом на склонах, имеют более низкие концентрации, иногда не превышающие кларк. Пробы, отобранные дальше по течению и в устье рек, имеют, наоборот, концентрации намного выше. Это говорит о том, что влияние на привнос ртути в почвы оказывают и весенние паводки тоже, как мы уже предполагали выше.

В некоторых пробах почвы концентрация ртути превышает концентрацию ртути в пробах лесной подстилки и наоборот. Это связано с различием путей поступления металла. Там, где ртуть поступает из недр, концентрация больше в почве, там, где из атмосферы – в лесной подстилке.

















Четвертичная система		Современные отложения. Галечники, гравий, пески, суглинки, глины (аллювий поймы и первой надпойменной террасы и одновозрастные с ним морские и озерные отложения)
Меловая система Верхний отдел		Датский ярус. Богоспольская свита. Липариты, липаритовые порфиры, фельзиты, дациты, перлиты, туфы, туффиты, туфопесчаники, туфоконгломераты
		Датский ярус - сенонский надъярус. Сияновская свита. Туфопесчаники, туфоалевролиты, туффиты, кварцевые порфиры, фельзиты, дациты
Триасовая система Верхний отдел		Верхний отдел нерасчлененный. Алевролиты, песчаники
Поздневерхнемеловые интрузии		Граниты
		Вулканогенные образования кислого состава, преимущественно лавы
		Вулканогенные образования кислого состава, преимущественно туфы
		Вулканогенные образования среднего состава, преимущественно лавы
		Жерловые фации: 1) липаритового состава, 2) дацитового состава, 3) порфиритового состава
		Вторичные кварциты
		Серицитизация
		Окварцевание, окремнение
		Линия тектонического контакта достоверная и предполагаемая
		Точки отбора проб

Рисунок 12 – Геологическая карта с условными обозначениями и точками отбора проб Милоградовского участка

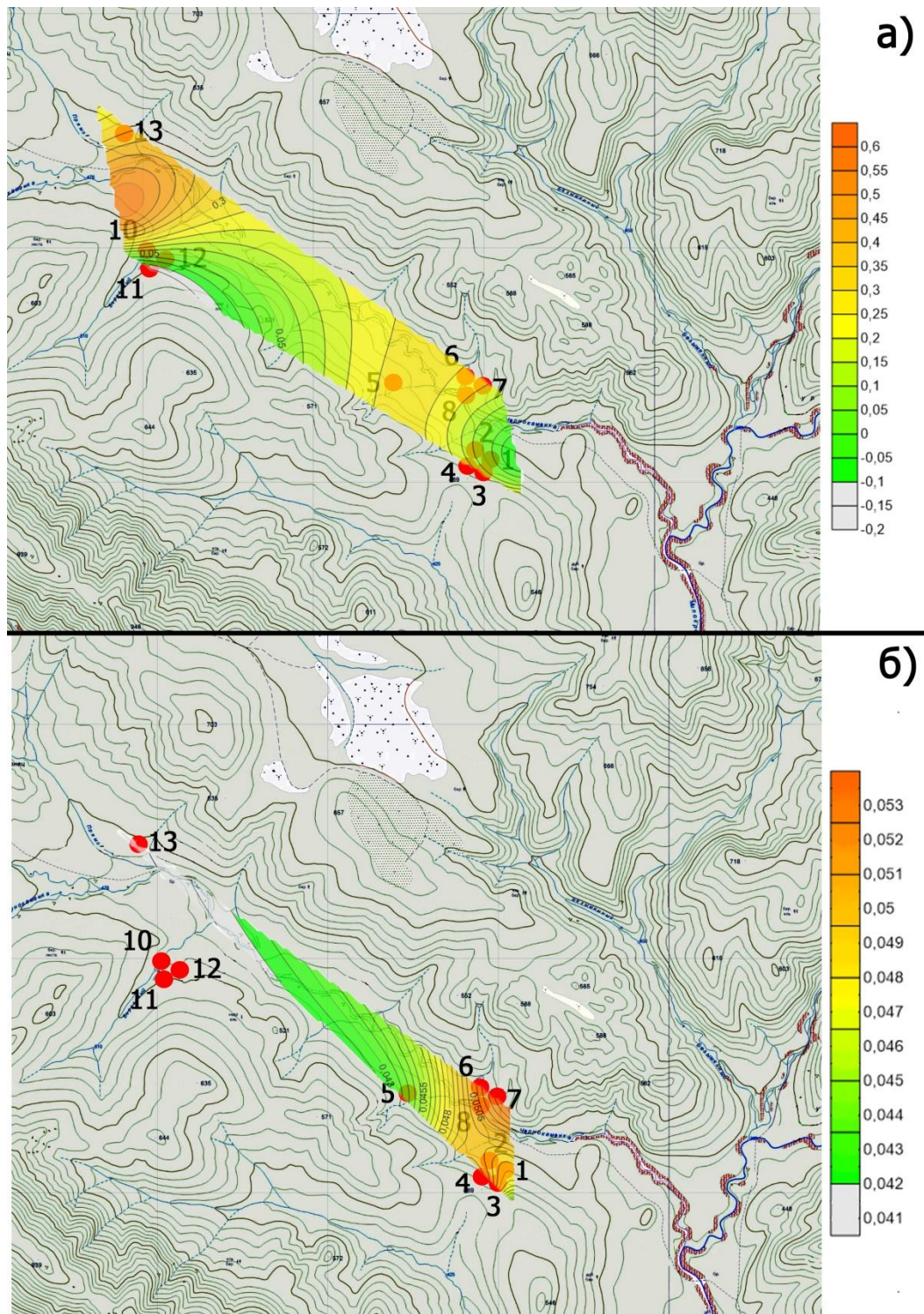
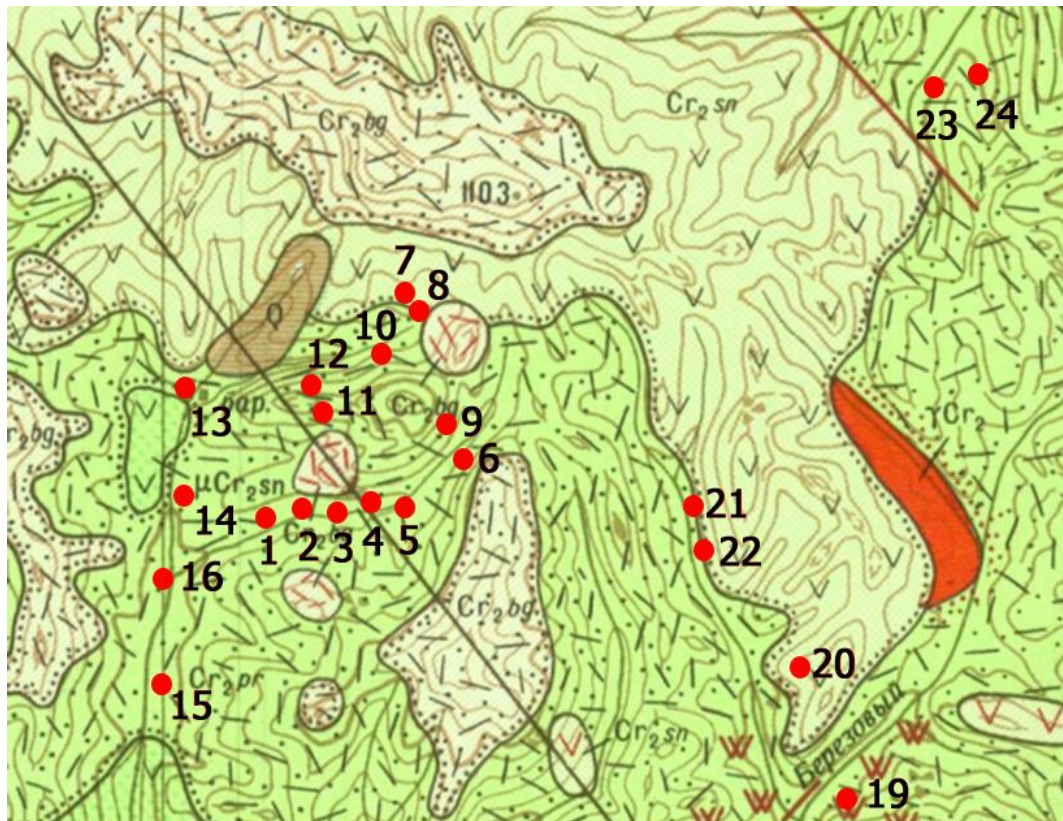


Рисунок 13 – Карта-схема распределения ртути в почве (а) и лесной подстилке (б) на Милоградовском участке

Пойма реки Милоградовка сложена современными отложениями четвертичной системы. Отобраны именно здесь пробы №5, №7 и №13 имеют высокие концентрации ртути: 0,272, 0,147 и 0,163 мг/кг соответственно.

Поскольку содержание ртути в подстилке низкое, на повышенные содержания в почве экзогенные пути поступления не оказывают существенного влияния.

Пробы №1, №2, №3 и №4 отбирались рядом на правом пологом склоне реки Милоградовка, но пробы №3 и №4 имеют более высокие концентрации ртути и находятся немного выше по склону. Подстилающая порода вулканического образования кислого состава преимущественно туфы мелового возраста с окварцеванием и окремнением. Можно предположить о выходе пород выше по склону, которые вымываются, стекают вниз и оседают в почвах, и о выходе пород прямо под точками отбора. В лесной подстилке содержание ртути низкое относительно почвы и колеблется в одном диапазоне во всех исследованных пробах. Экзогенные пути поступления вероятнее всего отсутствуют или минимальны, поскольку точки отбора проб находятся на подветренной стороне горы.




Четвертичная система		Q ₁ Нижнечетвертичные отложения. Глины, суглинки с прослоями и линзами песков и гравием
Меловая система Верхний отдел		Cr _{2bg} Датский ярус. Богопольская свита. Липариты, липаритовые порфиры, фельзиты, дациты, перлиты, туфы, туффиты, туфопесчаники, туфоконгломераты
		Cr _{2sn} Датский ярус - сенонский надъярус. Сияновская свита. Туфопесчаники, туфоалевролиты, туффиты, кварцевые порфиры, фельзиты, дациты
		Cr _{2pr} Приморская свита. Липаритовые порфиры, их туфы, туфолавы, игнимбриты, дациты, туфы дацитов
Позднемеловые интрузии		yCr ₂ Серые биотитовые порфиroidные и крупнозернистые граниты (ямунзинские граниты)
		Вулканогенные образования кислого состава, преимущественно туфы
		Вулканогенные образования среднего состава, преимущественно лавы
		Жерловые фации: 1) липаритового состава, 2) дацитового состава, 3) порфиroidного состава
		Контактные роговики
		Вторичные кварциты
		Границы несогласного залегания отложений
		Линия тектонического контакта достоверная и предполагаемая
		Линия тектонического контакта с указанием направления падения поверхности сместителя достоверная и предполагаемая
		15 Точки отбора проб

Рисунок 14 – Геологическая карта с условными обозначениями и точками отбора проб Шандуйского участка

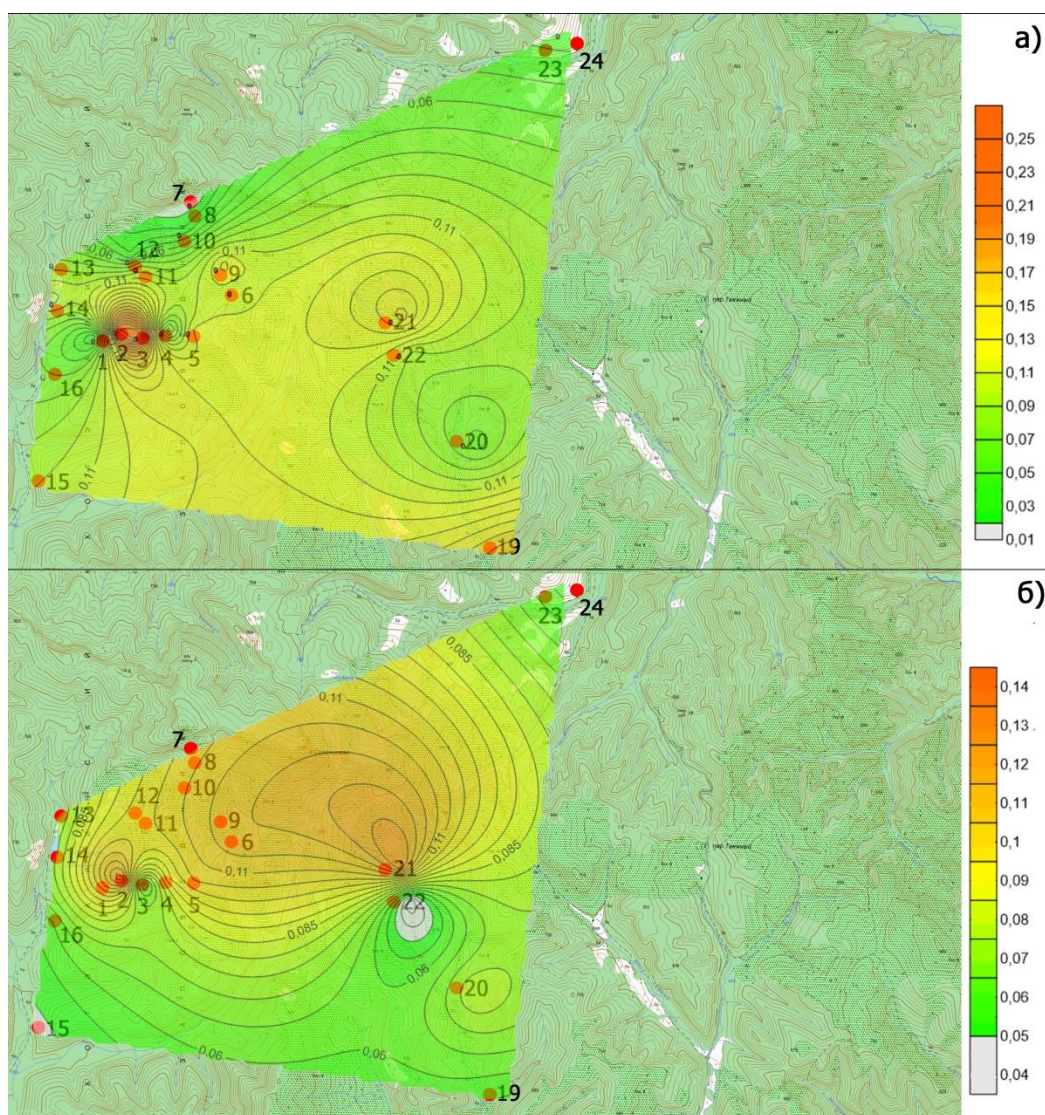


Рисунок 15 – Карта-схема распределения ртути в почве (а) и лесной подстилке (б) на Шандуйском участке

Пробы №1, №2, №3, №4 и №5 были отобраны вдоль реки Самаркин друг за другом по течению вверх, но №2 и №3, в отличие от остальных, имеют довольно высокое содержание ртути: 0,251 и 0,264 мг/кг соответственно. Скорее всего, это связано с тем, что эти пробы были отобраны близ жерловой фации липаритового состава. Содержание ртути в подстилке совпадает с почвой не во всех пробах, это возможно из-за состава подстилки. Проба №5 в 2 раза превышает кларк и находится в междуречье, содержание в подстилке не намного ниже, поэтому здесь можно предположить о влиянии весенних паводков. В основном все пробы отбирались на территории вулканогенного образования кислого состава преимущественно с туфами мелового возраста,

только проба №7 и №20 на образовании основного состава, но содержание ртути в подстилке даже выше, чем в почвах. Пробы №21 и №22 находятся на стыке этих двух образований в пойме реки довольно близко друг к другу, но их отличает то, что проба №21, находящаяся ближе всего к истоку реки, имеет более высокие концентрации как в почве, так и в подстилке. Это может быть связано с особенностями речной поймы, с выходами минеральных вод.

Таким образом, в данной главе мы привели результаты по содержанию ртути в почве и лесной подстилке со всех трех участков исследования, а также проанализировали пути поступления ртути и определили взаимосвязи в отношениях почва – лесная подстилка. Были составлены графики содержания ртути на каждом участке, таблицы оценки аналитических данных, а также геологические карты с точками отбора проб и условными обозначениями и карта распределения ртути в почве и подстилке для каждого участка. Таким образом, можно сказать, что в зависимости от путей поступления металла, зависит его концентрация, как в почве, так и в лесной подстилке.

5. Особенности распределения и накопления ртути разными типами растительности

Растения имеют свойство поглощать из окружающей среды многие химические элементы, которые как необходимы растениям для их метаболизма, так и токсичны даже в низких концентрациях [79]. Главные источники поступления тяжёлых металлов: почва и воздух, соответственно 2 пути поступления в растения: корневой и через листья.

Поступление и концентрация ртути в растениях во многом зависит от почвы, например, от буферной способности – способности поддерживать концентрацию химического элемента на одном уровне, но также имеет значение и толерантность самих растений – способности переводить соединения ртути в физиологически неактивное состояние. Толерантность растений зависит от их видовой принадлежности.

Но накопление ртути в растениях значительно отстает от почвенного.

Только при весомых концентрациях металла в окружающей среде начинается поступление этого металла в растение, нарушая 3 защитных барьера: корень на границе с почвой, из корня в стебель, из стебля в репродуктивные органы. Плоды или семена являются финальным пунктом в цепочке распределения любого тяжелого металла в растении [1].

Корневой путь поступления ртути в растение включает в себя пассивный перенос ионов в клетку и активный процесс поглощения ионов клеткой [73,76]. Обычно соотношение этих двух процессов поступления зависит от концентрации ртути в почве, а также от других физико-химических свойств: тип почв, рН, содержание органического вещества, катионно-обменная способность и др.

Интенсивность поступления ртути в растения через листья зависит от содержания металла в воздухе и осадках, особенности самих листьев и др. Металл поступает через устьица или кутикулы на поверхности листа, может оставаться на нём поверхностными отложениями и потом смываться дождевой водой [7].

Разные виды растений обладают разной способностью накопления даже в той почве, в которой концентрация ртути одинаковая. Например, у приземистых растений, у которых сильно опущенные шероховатые листья, ртуть из воздуха поступает интенсивнее [77]. Также способность к накоплению зависит от культурности растения. У дикорастущих видов тех же семейств, что и культурных, более высокий уровень накопления металла [72,78]. Есть ещё несколько факторов, от которых зависит накопление ртути: возраст растения, сезон года, погодные условия.

На Шандуйском участке дополнительно были изучены пробы растительности: лабазник (18), папоротник (23) и осока (26). На графике (рис.9) представлено содержание ртути в почве, лесной подстилке, лабазнике, папоротнике и осоке в сравнении с кларком земной коры 0,065 мг/кг (Григорьев, 2009 год) и с кларком растительности 0,005 мг/кг (Лапердина, 2000 год).

Среднее содержание ртути в лабазнике составило $0,023 \pm 0,002$ мг/кг, при максимальном и минимальном содержании 0,036 и 0,011 мг/кг соответственно. Среднее содержание ртути в папоротнике составило $0,038 \pm 0,003$ мг/кг, при максимальном и минимальном содержании 0,069 и 0,014 мг/кг соответственно. Среднее содержание ртути в осоке равно $0,016 \pm 0,001$ мг/кг, при максимальном и минимальном содержании 0,029 и 0,006 мг/кг соответственно.

Для наглядности разниц содержания ртути был составлен график (рис.16).



Рисунок 16 – Содержание ртути в почве, лесной подстилке, лабазнике, папоротнике и осоке Шандуйского участка

Хотя все изученные растения многолетние, возраст и способности к аккумуляции у них разные. К тому же для изучения отбирались листья и цветения, что является последним в цепочке миграции ртути в теле растений. Из графика понятно, что содержание ртути в растительности везде превышает кларк, но, в целом, содержание ртути во всех пробах, по сравнению с почвой и лесной подстилкой, низкое. Наибольшее содержание ртути выявлено в листьях папоротника, исключением является 20 проба, там концентрация ртути в лабазнике выше.

Такая корреляция наблюдается из-за видовых особенностей каждого отобранного для изучения растения: строение и способности корня и листьев к накоплению ртути.

Для наглядности в программе Surfer были построены карты распределения ртути в лабазнике (рис.21), папоротнике (рис.22) и осоке (рис.23) по всей территории исследуемого участка.

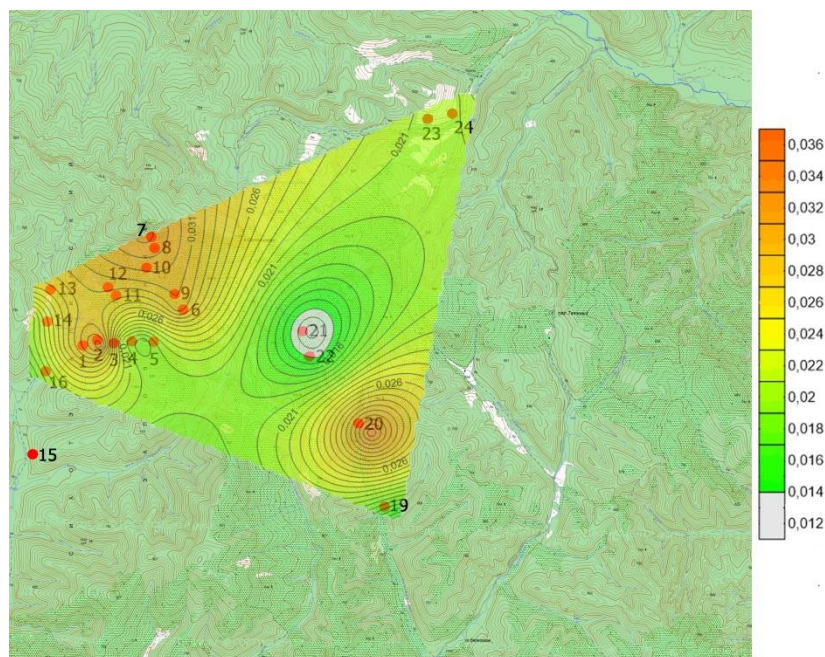


Рисунок 17 – Карта-схема распределения Hg в лабазнике по Шандуйскому участку

Сопоставив карту распределения со значениями содержаний ртути в тех же точках отбора в почве и подстилке можно сделать вывод, что в пробах растительности с наибольшим содержанием приоритет поступления ртути – через листья. Корни растений же имеют хорошую барьерную способность. Также на способность корней поглощать металлы из почвы влияет возраст корня, по мере старения скорость поглощения снижается в несколько раз.

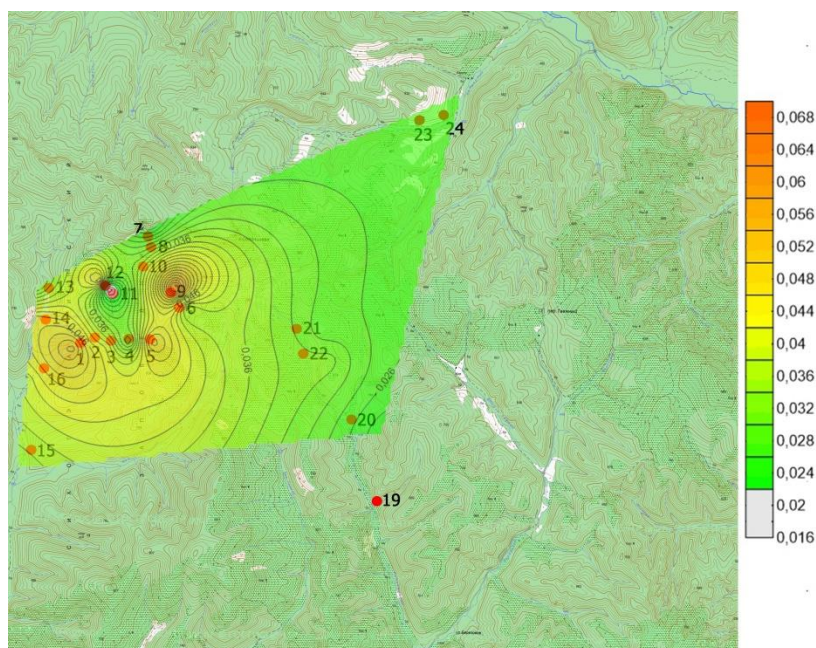


Рисунок 18 – Карта-схема распределения Hg в папоротнике по Шандуйскому участку

В папоротнике содержание ртути в целом выше, чем в лабазнике и осоке, как уже было сказано ранее, однако и здесь наблюдаются колебания концентраций от пробы к пробе, а также превышение кларка. Скорее всего, это связано с более долгим периодом жизни, нежели у двух других видов растений, потому что и в этом случае ртуть поступает через листья. Либо корни папоротника обладают плохой барьерной способностью, что даже на тех почвах, где содержание ртути превышает кларк всего в 1,5 раза, содержание в растении, относительно всех проб, довольно высокое. Например, содержание ртути в почве пробы №5 составляет 0,123 мг/кг, в подстилке – 0,106 мг/кг, а в папоротнике – 0,052 мг/кг.

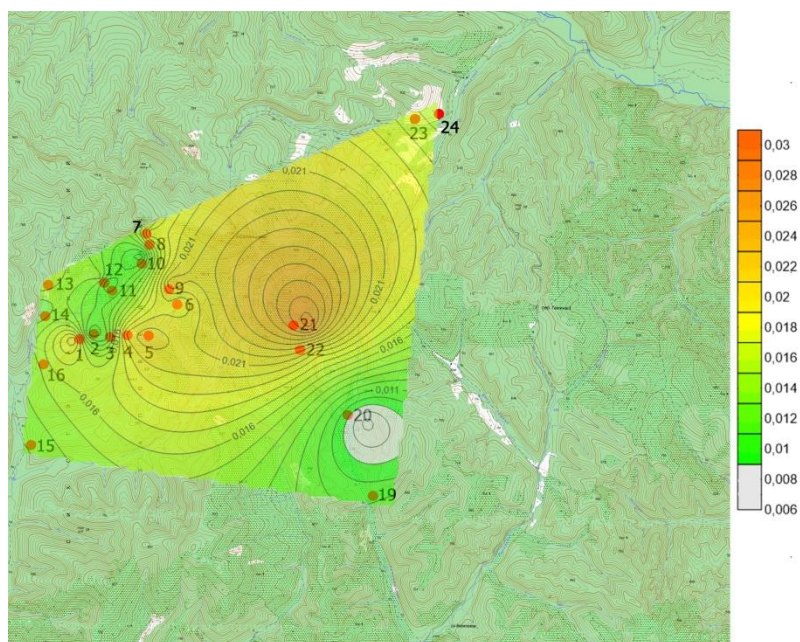


Рисунок 19 – Карта-схема распределения Hg в осоке по Шандуйскому участку

Именно в осоке наблюдаются наименьшие концентрации ртути по Шандуйскому участку. Скорее всего, это связано со строением листа и видом жилкования, так как из исследуемых видов растений только у осоки нет стебля, а на листьях - параллельное жилкование.

Таким образом, накопление ртути в растительности наблюдается, но оно не связано с почвой, даже, наоборот, совсем противоположно. Большое влияние на содержание оказывают экзогенные пути поступления ртути через листья.

Возможно, что концентрация ртути в почве недостаточно весомая, чтобы растения смогли получать ртуть из почвы в больших количествах, но и корни способны быть хорошим барьером на пути миграции металла. Тем не менее, связь во всех точках отбора проб лабазника, папоротника и осоки между собой всё равно есть, и это очень хорошо видно на графике.

6. Социальная ответственность

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.

6.1. Производственная безопасность

6.1.1 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 3 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 РА915М с пиролитической приставкой «ПИРО915+» 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 искусственного и естественного освещения</p> <p>3. Производственные факторы, связанные с повреждением химическими веществами</p>	1. Производственные факторы, связанные с повреждением электрическим током	<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 энерготрат 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 [65]. 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 4.

Таблица 4 – Оптимальные нормы и фактические показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений, СанПиН 2.2.4.548-96 [65].

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
Теплый	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 [65].

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

Таким образом, микроклиматические условия рабочего помещения соответствуют гигиеническим требованиям СанПиН 2.2.4.548-96 [65]. 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 [65].

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 [68]. 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% [68]. 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 [56].

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 [68] приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Норма освещенности рабочего места [2].

Тип помещения	Нормы освещенности, 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) [55].

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, пластиков. 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 (K_{cc}) и максимально разовых (K_m) концентраций и последующего их сравнения с предельно допустимыми значениями, представленными в документе «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

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

6.1.2 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 [57]. Общие требования и номенклатура видов защиты соответствует ГОСТ 12.1.019-79 [57]. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов нормируется согласно ГОСТ 12.1.038-82 [58].

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 РА915М и пиролитическая приставка «ПИРО915+». Лаборатория относится к категории без повышенной опасности, соблюдены все меры защиты: помещение сухое, не запыленное с нормальной температурой воздуха и изолирующим полом.

6.2. Экологическая безопасность

В ходе исследования было проанализировано 51 проба почв, 38 проб лесной подстилки и 82 пробы растительности, каждая из которой 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.

6.3. 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 [56]:

- 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, отделки 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.

7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Содержание ртути в почвах не только по причине роста промышленности и огромного объёма добычи полезных ископаемых, но и по естественным причинам – важно изучать. Повышенное содержание негативно воздействует на все живые организмы. Именно поэтому необходимо проведение исследовательских работ по ртути на заповедных территориях Приморского края. 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 и подстилка.

Вид намечаемых работ:

1. Полевые работы по отбору проб с трёх территорий Приморского края (весенний и летний период 2020 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.

7.1. 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 содержания ртути в почве заповедных территорий Приморского края по отобраным с гранта пробам для дальнейшего изучения ртути и причин повышенных содержаний на этих территориях.
Разработчик проекта	Качественно выполненная работа по определению содержания ртути в почве заповедных территорий Приморского края 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 Приморского края, представляющие научный интерес для их дальнейшего изучения, а также для использования полученных данных как фоновые не только для Приморского края, но и для всего Дальнего Востока.
Минприроды РФ	Достоверные данные о содержании ртути в почвах заповедных территорий Приморского края для пополнения знаний о содержании ртути на всей территории Российской Федерации.
Минприроды Приморского края	Достоверные данные о содержании ртути в почвах заповедных территорий для большей изученности территории края.

7.2. 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 предстают заповедники Приморского края, на территории которых любая хозяйственная деятельность под запретом. Цели и ожидаемые результаты проекта приведены в таблице.

Таблица 7 – Цели и результаты проекта

Цель проекта	Получение достоверных данных о содержании ртути в почве на заповедных территориях Приморского края и изучение
--------------	---

	возможных причин превышений содержания кларка, а также аномально высоких значений.
Ожидаемые результаты проекта	Числовые данные по содержанию ртути по результатам обработки проб методом атомной абсорбции, обработанные в программе Statistica, и полный анализ этих данных, а также анализ трудовых и денежных затрат на реализацию данной работы и все виды социальной ответственности, заданные 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

7.3. 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

7.4. 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. В ней отражены 5 стадий проекта с несколькими подпунктами у каждой.

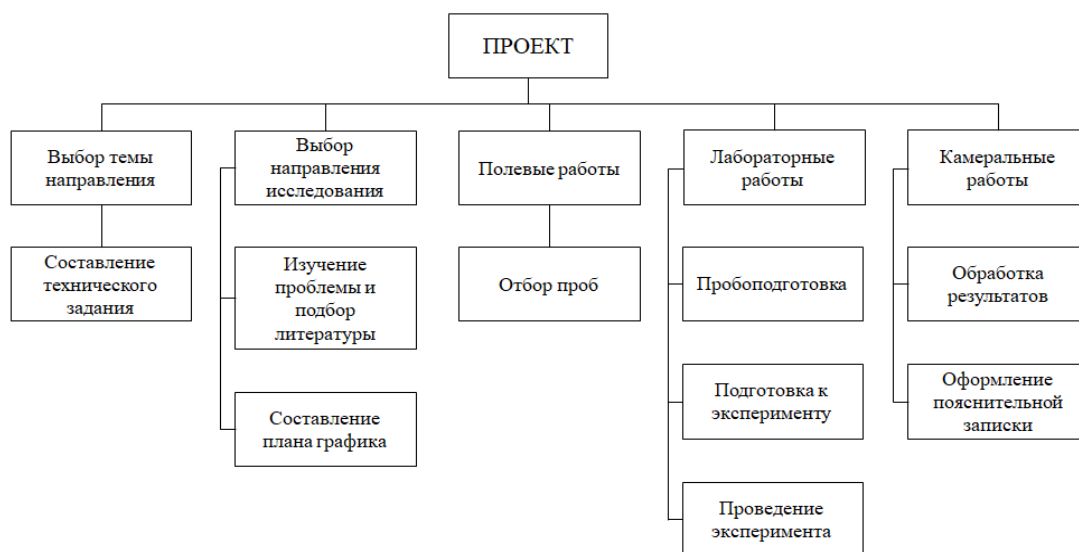


Рисунок 20 – Иерархическая структура работ проекта.

7.5. 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 работы	Название	Длительность, календарные дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
1	Утверждение проекта	24			

1.1	Изучение территории	13	1.04.2020	13.04.2020	Осипова Н.А., Жеребцова Ю.О.
1.2	Подбор литературы	11	14.04.2020	25.04.2020	Жеребцова Ю.О.
2	Отбор проб	63	14.05.2020	15.07.2020	Барановская Н.В., Соктоев Б.Р., Паничев А.М., Середкин И.В., Попов Н.Ю.
3	Подготовка проб	4	7.09.2020	11.09.2020	Жорняк Л.В.
4	Лабораторные работы	40			
4.1	Лабораторные работы (3 курс)	28	17.02.2021	19.03.2021	Жеребцова Ю.О., Осипова Н.А.
4.2	Лабораторные работы (4 курс)	12	9.11.2021	23.11.2021	Жеребцова Ю.О.
5	Камеральные работы	129			
5.1	Обработка результатов	40	24.11.2021	04.01.2022	Жеребцова Ю.О., Осипова Н.А.
5.2	Оформление пояснительной записки	74	1.02.2022	15.04.2022	Жеребцова Ю.О., Осипова Н.А.
5.3	Защита ВКР	15	24.05.2022	08.06.2022	Жеребцова Ю.О.
ИТОГО:		260			

Таблица 10 – Календарный план-график проекта

Наименование этапа	Т, дней	2020					2021				2022					
		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.

7.6. 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 Приморского края 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

7.7. 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» [66]. Они представляют собой два параметра: норма времени и коэффициент к норме.

Расчет затрат времени выполняется по формуле (1):

$$N = Q * N_{BR} * K (1)$$

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

Q - объем работ;

N_{BR} - 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.	Кол-во				
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 атомно-абсорбционным 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

7.8. 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.

$$ЗП_{\text{осн}} = T * Д_{\text{ст}}$$

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

$$ЗП_{\text{доп}} = 0,079 * ЗП_{\text{осн}}$$

Дневная ставка работника оценивалась в соответствии с занимаемой должностью согласно Положению «Об оплате труда», приведенному на электронном сайте планово-финансового отдела ТПУ [63] 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	Руководите	Полевой	Специалист	Исполните
			ль	рабочий	по пробоподгот	
			Н, чел./смена			
	Эколого-геохимические работы	8,208		8,208		
	Пешие проходимые маршруты	115,08		115,08		
	Пробоподготовка	29,07			29,07	
	Определение ртути беспламенным атомно-абсорбционным 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

7.9. 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 10). Транспортные расходы представлены в таблице 11, 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 – Владивосток)	2	20000	40000
2	Автомобиль (поездка туда-обратно)	5	1597,4	7987
3	Самолёт (Владивосток – Томск)	2	20000	40000
			Итого:	87987

7.10. 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 «ПИРО-915+»	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	Компенсированные 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, лесной подстилке и растительности на особо охраняемых природных территориях Приморского края, выявлены закономерности и предложены возможные причины распределения ртути на всех трёх территориях исследования.

Для изучения ртути на особо охраняемых природных территориях, где хозяйственная деятельность отсутствует или минимальна, был взят кларк по Григорьеву 2009 г. для изучения почв и лесной подстилки и кларк по Лапердиной 2000 г. для изучения растительности. В ходе проведения научно-исследовательской работы установлено, что не превышают выбранный кларк 15 проб почв, 20 проб лесной подстилки и 0 проб растительности.

В результате исследования установлены средние содержания для всех трех участков исследования. Для почвы Бикинского участка среднее содержание ртути равно $0,117 \pm 0,02$ мг/кг, для лесной подстилки – $0,092 \pm 0,01$ мг/кг. Для почвы Милоградовского участка среднее содержание ртути равно $0,162 \pm 0,02$ мг/кг, для лесной подстилки – $0,045 \pm 0,001$ мг/кг. Для почвы Шандуйского участка среднее содержание ртути равно $0,098 \pm 0,01$ мг/кг, для лесной подстилки – $0,076 \pm 0,008$ мг/кг. Также для Шандуйского участка была изучена растительность, среднее содержание ртути в лабазнике равно $0,023 \pm 0,002$ мг/кг, среднее содержание ртути в папоротнике равно $0,038 \pm 0,003$ мг/кг, среднее содержание ртути в осоке равно $0,016 \pm 0,001$ мг/кг.

Выявлены два пути поступления ртути в исследуемые объекты: экзогенный и эндогенный. Эндогенный связан с генезисом подстилающих пород выбранных участков, а экзогенный со многими факторами: современный вулканизм, паводки, испарение с поверхности мирового океана и т.д. В определении источников концентрации ртути в почве помогло исследование лесной подстилки. Также была предложена взаимосвязь накопления ртути путём почва-растительность, в которой выявлено, что путь поступления слабый

или отсутствует вовсе за счёт недостаточной концентрации ртути в почве для её миграции в растения, а также барьерной способности корней растений.

Бюджет научно-исследовательской работы в рамках изучения ртути в почве, лесной подстилке и растительности на особо охраняемых природных территориях Приморского края, 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.

Список литературы

Книги

1. Белопухов С.Л., Сюняев Н.К., Тютюнькова М.В. Химия окружающей среды: учебное пособие. Москва: Проспект, 2016. 240 с.
2. Бикин: Опыт комплексной оценки природных условий, биоразнообразия и ресурсов. Владивосток: Дальнаука, 1997. 156 с.
3. Грановский Э. И., Хасенова С.К., Дарищева А.М. Загрязнение ртутью окружающей среды и методы демеркулизации. Алматы, 2001. 100 с.
4. Добровольский В.В. Геохимия почв и ландшафтов / Избранные труды, Т. II. М.: Научный мир, 2009. 752 с.
5. Ершов Ю.И. Органическое вещество биосферы и почвы. Новосибирск: Наука, 2004. 104 с.
6. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: Справочник: В 6 кн./ Под ред. Э.К.Буренкова. М.:Экология, 1997. Кн. 5: Редкие d-элементы. 576 с.
7. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 440 с.
8. Лапердина Т. Г. Определение ртути в природных водах. Новосибирск: Наука, 2000. 222 с.
9. Опасные природные процессы. Вводный курс: Учебник / И.И. Мазур, О.П. Иванов; Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Академия гражданской защиты МЧС России, кафедра устойчивости экономики и жизнеобеспечения. М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2004. 702 с.

Статьи

10. Алексеев А.В., Якимович П.В., Кваченок И.К. Определение примесей в никеле методом ИСП-МС // Труды ВИАМ. 2020. №2(86). С. 101-108.

11. Антонович В. П., Безлуцкая И.В. Определение различных форм ртути в объектах окружающей среды // Журнал аналит. химии. 1996. Т51. №1. С.116-120.
12. Атомно-адсорбционное определение ртути и других тяжёлых металлов в почвах и биологических материалах после ультразвукового разложения / Гончарова Н.Н. [и др.] // Аналитика и контроль. 1999. №3. С. 43-48.
13. Безносииков 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.
14. Белянин П.С. Развитие геосистем бассейна реки Бикин (Дальний Восток) в среднем и позднем голоцене // География и природные ресурсы. 2013. №1. С. 105-111.
15. Берсенев Ю.И. Национальный парк "Зов тигра" (краткий обзор) // Биота и среда заповедных территорий. 2020. №1. С. 125-137.
16. Геохимическая активность разломов Байкальской рифтовой зоны (ртуть, радон и торон) / П.В. Коваль [и др.] // Доклады академии наук. 2006. №3. С. 389-393.
17. Гоголевская Е.В., Фарберова Е.А. Исследования образцов почв, загрязненных ионами ртути // Химия. Экология. Урбанистика. 2019. №1. С. 377-381.
18. Дикарева А.В., Алексеева С.А., Ермаков В.В. Некоторые аспекты биогеохимии ртути // 2-я Российская школа «Геохимическая экология и биогеохимическое районирование биосферы». Материалы (тезисы, доклады, воспоминания). М. 1999. С. 49.
19. 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.

20. Кашулина Г.М., Баркан В.Ш., Копчик Г.Н. Почвы Лапландского биосферного заповедника // Труды Лапландского государственного природного биосферного заповедника. Апатиты: Кольский научный центр Российской академии наук. 2019. С. 6-29.

21. Климин М. А., Ри Т. Д., Сиротский С. Е. Валовое содержание ртути в торфяниках Дальнего Востока России // 2015. С. 111-118.

22. Комплексный анализ содержания ртути в подсистемах окружающей среды Крымского полуострова / Е.В. Евстафьева [и др.] // Теоретические основы химической технологии. 2021. №4. С. 452-461.

23. Кот Ф. С., Матюшина Л.А. Ртуть в почвах Среднеамурской низменности // Агрохимия. 1997. №3. С. 115-127.

24. Кот Ф. С. Рассеянные металлы в донных отложениях р. Амур и зоны смешения в Охотском море. Оценка антропогенной составляющей // Геохимические и биогеохимические процессы в экосистемах Дальнего Востока. 1999. С. 80-91.

25. Кот, Ф. С. Ртуть в бурых лесных и бурых отбеленных почвах Среднего Амура, их городских аналогах // III съезд Докучаевского общества почвоведов. Суздаль. 2000. С. 84-92.

26. Краснопеева И.Ю. Распространение ртути и ее соединений в окружающей среде и влияние на организм человека // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2005. С. 7-11.

27. Ландшафтно-экологические исследования в Тихоокеанском институте географии ДВО РАН / С.В. Осипов [и др.] // Тихоокеанская география. 2022. №1(9). С. 18-34.

28. Ландшафтные REE аномалии и причина геофагии диких животных на кудурах в Сихотэ-Алине, Приморский край, Россия / А.М. Паничев [и др.] // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле . 2021. Т. 499. № 1. С. 82-86

29. Ляпина Е.Е. Некоторые особенности содержания ртути в поверхностной составляющей почв // Фундаментальные основы биогеохимических технологий и перспективы их применения в охране

природы, сельском хозяйстве и медицине. г.Тула: Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н.Толстого. 2021. С. 150-154.

30. Маликова И.Н., Аношин Г.Н., Бадмаева Ж.О. Подвижные формы ртути в почвах природных и природно-техногенных ландшафтов // Геология и геофизика. 2011. №52(3). С. 409-425.

31. Малинина М.С., Гладкова Н.С. Водорастворимые соединения ртути в лесных почвах северной и южной тайги // Почвоведение. 2004. №2. С. 189-196

32. Мешкинова С.С., Пузанов А.В., Мешков Н.А. Ртуть в черноземных и каштановых почвах долины средней Катунь // Мир науки. Культуры. Образования. 2007. №3(6). С. 19-22.

33. Минко В.В., Макарова А.С. Организация взаимодействия с различными категориями предприятий, выбросы и сбросы которых содержат ртуть, в рамках создания кадастра источников ртути // Успехи в химии и химической технологии. 2014. №4. С. 53-56.

34. Мысленков А.И. Лазовский государственный природный заповедник // Биота и среда заповедников Дальнего Востока. 2016. №2. С. 32-41.

35. Назаркина А.В., Белянин П.С. Этапы формирования аллювиальных почв в ландшафтах бассейна реки Бикин в среднем и позднем голоцене (бассейн реки Амур) // Почвоведение. 2013. №12. С. 1411-1422.

36. Национальный парк "Бикин" / В.Н. Бочарников [и др.] // Биота и среда заповедников Дальнего Востока. 2016. №1. С. 3-24.

37. Новые данные по стратиграфии, вулканизму и цеолитовой минерализации Ванчинской впадины, Приморский край / И.Ю. Чекрыжов [и др.] // Тихоокеанская геология. 2010. Т. 29. № 4. С. 45-63.

38. О подвижных формах свинца, кадмия и ртути в компонентах окружающей среды / Н. И. Маликова [и др.] // Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы биофилы в окружающей среде. Семипалатинск: Госуниверситет. 2002. Т. 2. С. 47–53

39. Превращения соединений ртути в окружающей среде и её связывание органическими веществами гуминового происхождения / А.В.

Кошелев [и др.] // Химия и технология органических веществ. 2020. №4(16). С. 77-88.

40. Региональный токсикоз / В. Рябкова [и др.] // Человек. Экология. Здоровье. № 1. 1995. С. 93-110.

41. Ртуть в гидроморфных почвах Воронежского государственного природного биосферного заповедника / Ю.Г. Удоенко [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2011. №2. С. 148-153.

42. Ртуть в компонентах природной среды Республики Алтай / Ю.В. Робертус [и др.] // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2021. Т.332. №3. С. 158-167.

43. Рычагов С.Н., Нуждаев А.А., Степанов И.И. Поведение ртути в зоне гипергенеза геотермальных месторождений (Южная Камчатка) // Геохимия. 2009. №5. С. 533-542.

44. Сергиевич А.А., Голохваст К.С. Геофагия как феномен взаимодействия живых систем с абиотическими факторами среды: обзор зарубежных исследований // Проблемы региональной экологии. 2017. №5. С. 10-17.

45. Скрыльник Г.П. Основные черты климата национального парка "Бикин" // Общество. Среда. Развитие (Terra Humana). 2018. С. 135-143.

46. Содержание ртути в почвах и биологических объектах природных и техногенных территорий / А.Г. Горохова [и др.] // Теоретическая и прикладная экология. 2017. №4. С. 100-105.

47. Содержание ртути в почвенно-растительном покрове островов Русский и Шкота (залив Петра Великого, Приморский край) / Ганзей К.С. [и др.] // Геохимия. 2021. №66(5). С. 473-480.

48. Теплая Г.А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды (обзор литературы) // Астраханский вестник экологического образования. 2013. №1(23). С. 182-192.

49. Фоновое содержание ртути в почвах таежной зоны Республики Коми / А.Н. Низовцев [и др.] // Вестник СПбГУ. 2011. Сер.3 Вып.3. С. 120-128.

50. Химия почв в окрестностях селения унал в Северной Осетии / М.Э. Дзодзикова [и др.] // Вестник Владикавказского научного центра. 2020. Т.20 №1. С. 67-71.

51. Шулькин В.М., Иевлев Д.И. О содержании ртути в природных водах Приморья // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2013. №2. С. 8.

52. Экологическое состояние города Дзержинска по степени загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами / С.А. Соткина [и др.] // Успехи современного естествознания. 2017. №6. С. 96-101.

53. Эколого-геохимическая оценка почв района Волховского алюминиевого завода / А.Н. Петрова [и др.] // География: развитие науки и образования. Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А.И.Герцена, 2015. С. 341-345.

54. Этапы развития ландшафтов западного макросклона Сихотэ-Алиня на рубеже плейстоцена-голоцена (бассейн реки Бикин) / Н.Г. Разжигаева [и др.] // География и природные ресурсы. 2017. №3. С. 127-138.

Нормативно-методические документы:

55. ГН 2.2.5.686-98 Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны (Разделы 1-2).

56. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.

57. ГОСТ 12.1.019-79 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

58. ГОСТ 12.1.038-82. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

59. ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Общие требования к отбору почв. Утвержден Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 21.12.1983. №6393. М.: ФГУП Стандартиформ, 2008.3 с.

60. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа. Утвержден Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 19.12.1984. №4731. М.: ФГУП Стандартиформ, 2008.7 с.

61. ГОСТ Р 58698-2019 Национальный стандарт Российской Федерации «Защита от поражения электрическим током. Общие положения для электроустановок и электрооборудования»

62. ПНД Ф 12.13.1-03. Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях. – Введ. 2003-04-09. - М.: Стандартиформ, 2003. – 6 с

63. Положение об оплате труда в Томском политехническом университете от 5 августа 2008 г. № 583

64. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"

65. "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)

66. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Вып.2. Геолого-экологические работы. (ВНИИ экономики минерального сырья и геолого-разведочных работ (ВИЭМС). - М.: ВИЭМС, 1992. - с.170

67. Сборник укрупненных сметных норм на геологоразведочные работы, выпуск 7 - "Лабораторные исследования полезных ископаемых и горных пород). - М.: ВИЭМС, 1992. - с.320.

68. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение

Интернет-ресурсы:

69. ПНД Ф 14.1:2:4.243-07. Методика выполнения измерений массовой концентрации общей ртути в пробах атомно-адсорбционным 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>

70. Архив погоды в Приморском крае [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://world-weather.ru/archive/russia/prymorskyy/>

Иностранные источники:

71. Atmospheric mercury deposition during the last 270 years: a glacial ice core record of natural and anthropogenic sources / P. F. Schuster [et al.] // Environ. Sci. and Technol., 2002. V. 36, №11. P. 2303-2310.

72. Cadmium accumulation in crops / Grant C.A. [et al] // Can. J. Plant Sci. 1998. V. 78. P. 1–17.

73. Costa G., Morel J.L. Cadmium uptake by *Lupinus albus* (L.): cadmium excretion, a possible mechanism of cadmium tolerance // J. Plant Nutr. 1993. V. 16. P. 1921–1929.

74. Dean W.Boening Ecological effects, transport, and fate of mercury: a general review // Chemosphere. 2000. Volume 40 (№12). P. 1335-1351.

75. Factors that influence the toxicity levels of metals in water and soils: a case study of Lake Nike, Enugu, Nigeria / Ngozi Evelyn Ezenwaji [et al] // Aquatic Sciences. 2022. №84. - P. 18.

76. Godbold D.L. Cadmium uptake in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) seedlings // Tree Physiol. 1991. №9. P. 349–357.

77. Godzic B. Heavy metals content in plants from zinc dumps and reference areas // Polish. Bot. Stud. 1993.V. 5. P.113–132.

78. Kuboi N. Family-dependent cadmium accumulation characteristics in higher plants / Noguchi A., Yazaki J. // Plant Soil. 1986. V. 92. P. 405–415.

79. Siedlecka A. Some aspects of interactions between heavy metals and plant mineral nutrients // Acta Soc. Bot. Pol. 1995. V. 64, N 3. P. 262–272.

80. Socioeconomic Consequences of Mercury Use and Pollution / E. B. Swain [at al.] // AMBIO. 2007. V. 36. P. 45-61.

81. Zhang Z. Y. et al. Mercury distribution in the surface soil of China is potentially driven by precipitation, vegetation cover and organic matter //Environmental Sciences Europe. 2020. T. 32. №. 1. C. 1-10.