

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Использование годовых колец для изучения эманаций ртути в рифтовых зонах (Тункинская впадина, Байкальская рифтовая зона)

УДК 581.44:582.091(571.53/.55)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г61	Павлова Алевтина Александровна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Юсупов Дмитрий Валерьевич	К.Г.-М.Н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Якимова Татьяна Борисовна	К.Э.Н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

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

По разделу «Динамика изменений концентрации ртути в годовых кольцах деревьев в Тункинской впадине»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ	Рихванов Леонид Петрович	Д.Г.-М.Н., профессор		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Азарова Светлана Валерьевна	К.Г.-М.Н., доцент		

**Планируемые результаты обучения по ООП
05.03.06 «Экология и природопользование»**

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
P1	Владеть культурой мышления, глубокими базовыми и специальными знаниями отечественной истории, философии, экономики, правоведения, уметь использовать их в области экологии и природопользования; иметь ясные представления о здоровом образе жизни	Требования ФГОС (ОК-1-8; ПК-7); Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.5, 5.2.9, 5.2.16)
P2	Демонстрировать глубокие естественнонаучные, математические знания, необходимые для владения математическим аппаратом экологических наук, для обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию, применять профессиональные знания в области экологии и природопользования, практической географии, физики, химии и биологии и способны использовать их в области экологии и природопользования	Требования ФГОС (ОПК-1-9; ПК-1, 2, 11, 14-16, 19, 21); Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.1-5.2.3, 5.2.5, 5.2.9, 5.2.16)
P3	Уметь применять экологические методы исследований при решении типовых профессиональных задач, владеть методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях	Требования ФГОС (ОК-5, ОПК-1, 2, 7-9; ПК-1-2, 4-6, 8-11, 14-17, 19-21); Критерий 5 АИОР (п. 5.2.2, 5.2.3, 5.2.8, 5.2.10.)
P4	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональном коллективе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности в сфере охраны окружающей среды	Требования ФГОС (ОК-6-7; ОПК-1, 8, 9; ПК-4,6,8-11, 16, 21); Критерий 5 АИОР (п. 5.2.12-5.2.16)
P5	Использовать теоретические знания, методы обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной геоэкологической информации на практике; самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ОК-6-7, ОПК 1, 2, 8-11, 13, 19-21); Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.13-5.2.16)

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

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки 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
2Г61	Павловой Алевтине Александровне

Тема работы:

Использование годичных колец для изучения эманаций ртути в рифтовых зонах (Тункинская впадина, Байкальская рифтовая зона)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Публикации в периодической печати, фондовые материалы, интернет ресурсы, самостоятельно собранный материал.
---------------------------------	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Физико-географическая характеристика территории 2. Методы исследований 3. Динамика изменений концентрации ртути в годичных кольцах деревьев в Тункинской впадине 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 5. Социальная ответственность
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Карта-схема опробования, схема пространственного распределения ртути на территории Тункинской впадины.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Якимова Татьяна Борисовна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Сечин Андрей Александрович
Динамика изменений концентрации ртути в годичных кольцах деревьев в Тункинской впадине	Рихванов Леонид Петрович

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

нет

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Юсупов Дмитрий Валерьевич	К.Г-М.Н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г61	Павлова Алевтина Александровна		

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

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) 05.03.06 «Экология и природопользование»
 Профиль «Геоэкология»
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение геологии
 Период выполнения (весенний семестр 2019 /2020 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:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.01.2020	<i>Глава 1 Физико географическая характеристика территории</i>	15
30.01.2020	<i>Глава 2 Методы исследований</i>	15
20.04.2020	<i>Глава 3 Динамика изменений концентрации ртути в годовичных кольцах деревьев в Тункинской впадине</i>	30
25.04.2020	<i>Глава 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	15
30.04.2020	<i>Глава 5 Социальная ответственность</i>	15
11.05.2020	<i>Заключение</i>	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Юсупов Дмитрий Валерьевич	К.Г.-М.Н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Азарова Светлана Валерьевна	К.Г.-М.Н., доцент		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Г61	Павловой Алевтине Александровне

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»:

1. Стоимость ресурсов исследования: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость выполняемых работ, материальных ресурсов, согласно применяемой техники и технологии, в соответствии с рыночными ценами по городу Томск
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- районный коэффициент- 1,3; - накладные расходы – 16%; - норма амортизации 14%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды – 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	1. Анализ внутренней и внешней среды проекта
2. Формирование плана и графика разработки проводимого исследования	2. Определение этапов работ; определение трудоемкости работ; разработка графика Ганта
3. Составление бюджета научного исследования	3. Определение затрат на проектирование
4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности проводимого исследования	4. Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Матрица SWOT
2. Календарный план-график проведения работ
3. Бюджет затрат на проведение исследования

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Якимова Т.Б.	к.э.н.,		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г61	Павлова А.А.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 2Г61	ФИО Павловой Алевтине Александровне
----------------	--

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

Тема ВКР:

Использование годовых колец для изучения эманацій ртути в рифтовых зонах (Тункинская впадина, Байкальская рифтовая зона)

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<i>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</i>	<i>Объектом исследований выступили годовые кольца деревьев, которые были изучены на предмет содержания ртути с помощью ртутного анализатора методом атомной абсорбции, с целью выявления пиковых содержаний элемента и сопоставления выявленных дат с известными сейсмическими событиями.</i>
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p><i>Конституция РФ</i> <i>Трудовой кодекс РФ №197-ФЗ</i> <i>ФЗ от 22.07.2008 № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;</i> <i>ГОСТ 12. 1. 019-2017;</i> <i>ГОСТ 12.0.003-2015;</i> <i>ГОСТ 12.1.003-2014;</i> <i>ГОСТ 12.1.004-91;</i> <i>ГОСТ 12.1.038-82;</i> <i>ГОСТ 12.2.032-78</i> <i>ГОСТ Р 22.3.03-94</i> <i>ПНД Ф 12.13.1-03;</i> <i>СанПин 2.2.1/2.1.1.1278-03;</i> <i>СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03;</i> <i>СанПиН 2.2.4.548-96</i> <i>СанПиН 2.2.4.548-96;</i> <i>СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96</i> <i>СН 2.2.4/2.1.8.562-96</i> <i>СП 52 13330.2016</i></p>
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<i>К вредным и опасным факторам относятся: отклонение показателей микроклимата, превышение уровня шума, недостаточная освещенность рабочей зоны, нервно-психические перегрузки, электрический ток.</i>
3. Экологическая безопасность:	<i>Воздействие окружающую среду не значительно и включает образование отходов V класса опасности, которые необходимо утилизировать.</i>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<i>Возможные ЧС – пожар на рабочем месте</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Сечин А.А.	к.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г61	Павлова А.А.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа объемом 85 страниц машинописного текста, состоит из введения, 5 глав и заключения; работа проиллюстрирована 13 таблицами и 18 рисунками. Список литературы насчитывает 83 наименования.

Ключевые слова: дендрогеохимические исследования, содержание ртути, годовые кольца, тополь душистый, Тункинская впадина.

Объект исследований – годовые кольца тополя душистого (*Populus suaveolens* Fisch.), произрастающего на территории Тункинской впадины (Республика Бурятия). Предмет исследований – содержание ртути в годовых кольцах тополя душистого (*Populus suaveolens* Fisch.).

Цель работы – проследить динамику изменения концентраций ртути в годовых кольцах тополя душистого (*Populus suaveolens* Fisch.) в Тункинской впадине.

На территории Тункинской впадины было отобрано 36 древесных ядер тополя душистого, из которых, в последствие было получено 814 проб древесины годовых колец. Содержание ртути определено методом атомно-абсорбционного анализа. Проведена статистическая обработка полученных результатов. Проанализированы динамика изменений концентрации ртути в годовых кольцах тополя душистого и характер пространственного распределения содержания ртути на территории Тункинской впадины. Определена связь между пиковыми содержаниями ртути в годовых кольцах и особенностями тектонического строения, сейсмоактивности территории исследования.

Область применения: полученные результаты могут быть использованы при проведении биогеохимического мониторинга состояния окружающей среды республики Бурятия.

Обозначения и сокращения

Populus suaveolens Fisch. (лат.) – тополь душистый;

ААС – атомно-абсорбционная спектрометрия;

БРЗ – Байкальская рифтовая зона;

ГОСТ – государственный стандарт;

ИК – инфракрасное излучение;

ЛБ – лист берёзы;

НИ ТПУ – Национальный исследовательский Томский политехнический университет;

МР – методические рекомендации;

РА – ртутный анализатор;

СанПиН – санитарно-эпидемиологические правила и нормы;

ССБТ – система стандартов безопасности труда;

СП – свод правил;

ПЭВМ – персональная электронно-вычислительная машина.

Оглавление

Введение	12
Глава 1 Физико-географическая характеристика территории	14
1.1 Геологическое строение.....	14
1.2 Рельеф	19
1.3 Климатические условия	23
1.4 Гидрологические и гидрогеологические условия	25
1.5 Почвенный и растительный покров.....	27
Глава 2 Методы исследований	30
2.1 Обоснование выбора видов деревьев	31
2.2 Отбор и подготовка проб древесного керна	32
2.3 Аналитическое обеспечение исследований	35
2.4 Методика обработки аналитической информации.....	37
Глава 3 Динамика изменений концентрации ртути в годовичных кольцах деревьев в Тункинской впадине.....	38
Глава 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	48
Глава 5 Социальная ответственность	63
Выводы по разделу.....	73
Заключение.....	74
Список публикаций студента	76
Список использованных источников.....	77

Введение

Данная выпускная квалификационная работа представляет собой исследовательскую работу по изучению многолетних вариаций ртути в годичных гольцах деревьев на территории рифтовых областей. Образцы годичных колец были получены путем отбора древесных кернов на территории Тункинской впадины в августе 2018 и 2019 г.

Актуальность исследования обусловлена уникальностью территории с точки зрения геологического строения и тектонических условий и отсутствием подобных исследований на данной территории.

Дендрогеохимические исследования позволяют получить информацию об условиях окружающей среды в прошлом, путем изучения особенностей строения и вещественного состава годичных колец древесных видов в период их роста.

Для рифтовых областей свойственно явление глубинной дегазации, во время которого происходит выделение газов и различных веществ, в том числе ртути, в приземную атмосферу. Количество веществ может зависеть от активности тектонических процессов и пространственного расположения разломов земной коры.

Целью данного исследования было проследить динамику изменения концентраций ртути в годичных кольцах тополя душистого (*Populus suaveolens* Fisch.) в Тункинской впадине методом биогеохимической индикации с использованием атомно-абсорбционной спектрометрии.

В задачи исследования входило проведение отбора и подготовки проб к анализу, определение концентрации ртути в годичных кольцах, сопоставление полученных данных с датами известных землетрясений, оценка коммерческого потенциала, ресурсоэффективности и ресурсосбережения работы, описание правовых и организационных вопросов обеспечения безопасности возникающих при проведении исследования.

Благодарности: За ценные консультации, предоставление материала и помощь на всех этапах написания выпускной квалификационной работы автор выражает признательность кандидату геолого-минералогических наук старшему научному сотруднику Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН Елене Евгеньевне Ляпиной и аспиранту Томского политехнического университета Елене Муратовне Турсуналиевой. Особая благодарность и признательность руководителю работы кандидату геолого-минералогических наук доценту отделения геологии Дмитрию Валерьевичу Юсупову и научному консультанту доктору геолого-минералогических наук профессору отделения геологии Леониду Петровичу Рихванову за постоянную помощь, поддержку, ценные советы и чуткое руководство.

Глава 1 Физико-географическая характеристика территории

Тункинская система впадин расположена на юго-западном фланге Байкальской рифтовой зоны (рисунок 1) – линейно-построенной тектонической зоны длиной более 2000 км в пределах Монголо-Сибирского (Монголо-Байкальского) горного пояса [35,69]. Она целиком входит в Саяно-Байкальское становое нагорье в составе провинции гор Южной Сибири. Включает в себя шесть котловин, их горное обрамление и межвпаденные горные перемычки [43,44]. В физико-географическом отношении долина расположена в Южно-Сибирской физико-географической области [40].

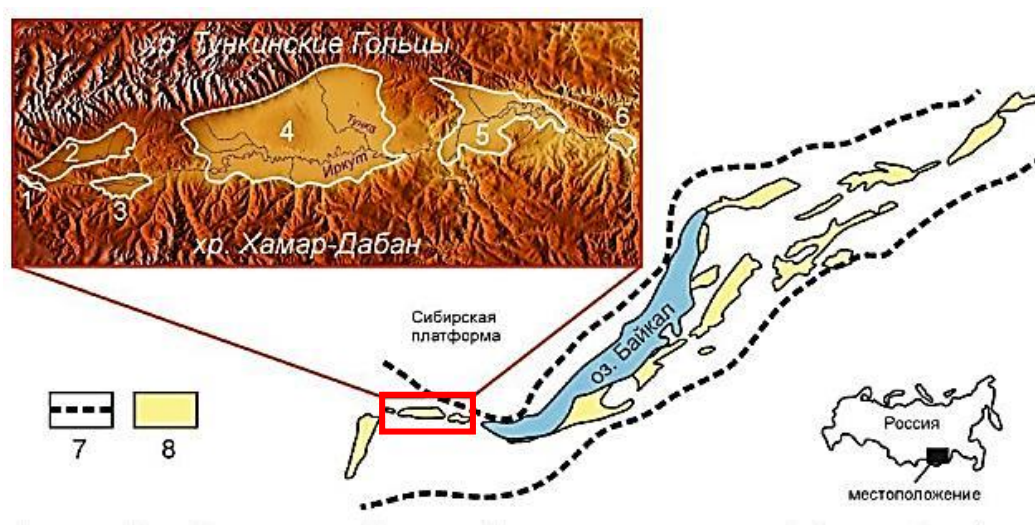


Рисунок 1 – Расположение Тункинской долины в пределах Байкальской рифтовой зоны. *Котловины*: 1 – Мондинская, 2 – Хойтогорльская, 3 – Туранская, 4 – Тункинская, 5 – Торская, 6 – Быстринская *Условные обозначения*: 7 – границы Байкальской рифтовой зоны, 8 – котловины Байкальского типа [75]

1.1 Геологическое строение

1.1.1 Стратиграфия

Архейская система

Отложения Шарыжалгайской серии Жидойской нерасчлененной свиты слагают цоколь южной краевой зоны Сибирской платформы (Олхинское плоскогорье), представлены гнейсами, кристаллическими сланцами, магматитами и амфиболитами [57].

Архей - нижний комплекс протерозоя. Слюдянская серия

Отложения Харагольской и Безымянской свит архей-нижнего комплекса участвуют в геологическом строении Западного Хамар-Дабана и южного склона Тункинских Гольцов. Состав свит представлен в основном биотитовыми, пироксеновыми, амфиболово-биотитовыми гнейсами, плагиогнейсами, и кристаллическими сланцами, встречаются редкие прослои мраморов. кварциты и мраморы слагают верхи слудянской серии, а сланцы – низы [6,25].

Неогеновая система. Отделы миоцен и плиоцен

Танхойская свита Миоцена имеет выходы в восточной части долины сложена песчаниками, алевролитами, аргиллитами, песками, глинами, бурыми углями, базальтами. Встречаются спикулы губок *Spongilidae*, *Lubomirskidae* и др. В тех же районах расположена Аносовская свита Плиоцена сложенная конгломератами, песками, супесями, глинами с диатомовыми водорослями *Melosira praeislandica*. Тиссинские базальты плато расположены в восточной части долины и вдоль русла реки Ихэ-Ухгунь в западной [25].

Четвертичная система

Четвертичная система имеет широкое распространение на территории долины, сложена породами аллювиальными, озерно-болотными, ледниковыми и водноледниковыми отложениями, базальтами, озерно-дельтовыми песками с остатками *Rhinoceras tichorinus* [25].

1.1.1 Магматизм

Интрузивные образования на территории Тункинской долины широко распространены. Наиболее древние датируются археем – ранним протерозоем, относятся к Еловской и Китойской свитам. Интрузии первой прорывают породы шарыжалгайской серии, на территории долины встречаются фрагментарно. Еловская свита представлена измененными основными и ультросновными породами, развита в северо-восточной части Елрвского отрога. Китойская свита включает граниты и гранодиориты [13].

Позднепротерозойские интрузии объединены в саянский комплекс и сложены в Западном Хамар – Дабане биотитовыми двуслюдяными гранитами и плагиогранитами, гранодиоритами с дайками мелкозернистых биотитовых гранитов и пегматитов, микроклиновыми гранитами, граносиенитами и сиенитами с дайками гранит – аплитов. Палеозойские интрузии объединены в боксонский комплекс (диабазы, габбро) (Тункинские Гольцы) и самсальский комплекс (граниты и граносиениты) (хр. Хамар-Дабан) [25,77].

1.1.2 Тектоника

Исследуемая территория расположена на границе Сибирской платформы и её горного обрамления, является частью Байкальской рифтовой зоны – глубинного разлома земной коры в континентальной части Евразии. Тункинская долина представляет собой впадину, заполненную осадочными отложениями олигоцен-четвертичного возраста.

Два крупных разлома – Южно-Тункинский и Тункинский (Рисунок 2) ограничивают исследуемую территорию с юга и севера соответственно, являясь крупнейшими тектоническими дислокациями на исследуемой территории. Их выраженность в рельефе не одинакова.

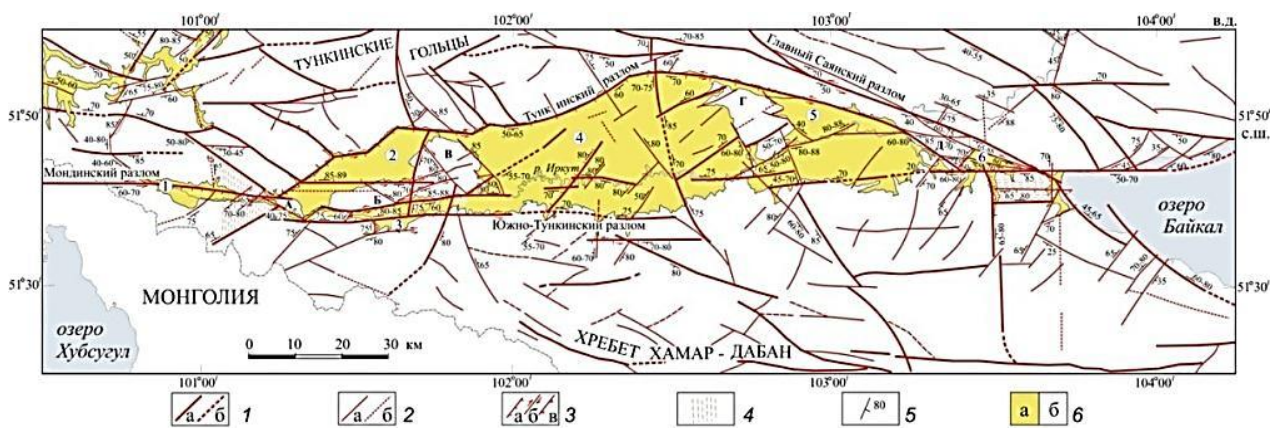


Рисунок 2 – Карта разломно-блокового строения земной коры Тункинской рифтовой впадины и её горного обрамления [47].

Условные обозначения: 1 - достоверные (а) и предполагаемые (б) региональные разломы; 2 - достоверные (а) и предполагаемые (б) локальные разломы; 3 - сбросы (а), сдвиги (б), взбросы (в); 4 - зоны повышенной

дислоцированности пород; 5 - направление и угол падения разлома; 6 - впадины, заполненные кайнозойскими отложениями (а); выходы кристаллического фундамента (б). Цифрами и буквами обозначены изолированные локальные бассейны: 1 - Мондинская, 2 - Хойтогольская, 3 - Туранская, 4 - Тункинская, 5 - Торская, 6 - Быстринская; межвпаденные перемычки: А - Харадабанская, Б - Туранская, В - Ниловская, Г - Еловская, Д - Зуркузунская)

Тункинский разлом представляет собой левосторонний сдвиго-сброс дугообразной формы [51], а Южно-Тункинский гораздо менее выражен и имеет спорную кинематику. Также на западной оконечности долины существует Мондинский разлом, который, по мнению некоторых авторов, может быть продолжением упомянутых выше крупных дизъюнктивов [1,53].

В целом, Тункинский разлом состоит из широтных и субширотных разрывов длиной до 30 км, сочлененных в местах межвпадинных перемычек. Момент образования разлома датируется нижним палеозоем, а первая значительная активизация - каледонским этапом, когда в описываемом регионе произошло интенсивное сжатие территории в субмеридиональном направлении, что вызвало взбросо-надвиговые подвижки по уже существующей широтной дислокации, сопровождавшиеся правосторонним сдвигом [51]. Также разлом был активен в кайнозойский и голоценовый периоды. Из геолого-структурных признаков активности разрывов в зоне Тункинского разлома отмечены зеркала скольжения, трещины с зиянием и сбросовые, сбросо-сдвиговые смещения по визуально “свежим” приоткрытым трещинам [35].

Южно-Тункинский (Байкало-Мондинский) разлом отделяет Тункинскую впадину от хребта Хамар-Дабан, морфологически слабо выражен, но в структурных наблюдениях проявлен как несколько не сочлененных друг с другом широтных сегмента. Такое строение разлома в

плане, согласно моделям К.Ж. Семинского [11], соответствует поздней дизъюнктивной стадии развития разломной структуры [35].

Мондинский разлом начинается у Харадабанской межвпадинной перемычки и уходит на территорию Монголии. Условия его деформирования неоднородны, поэтому разлом является преимущественным сдвигом, но деформации в его зоне происходят по типу то чистого, то простого сдвига (среза).

Помимо названных крупных разломов субширотного простирания на исследуемой территории существуют и более мелкие Хойтогольский, Борьско-Иркутский, Гужисрский разломы. В целом крутопадающие разломы субширотного простирания в равной степени представлены как внутри рифтовой впадины, так и за ее пределами.

На исследуемой территории отмечаются разломы и других направлений. Разломы северо-восточного простирания играют главную роль внутри рифтовой впадины. Разломы северо-западного простирания встречаются главным образом в межвпадинных перемычках, приобретают основное значение за пределами Тункинской рифтовой впадины. Разломы субмеридионального простирания наименее распространены.

Таким образом, в разломно-блоковом строении территории отчетливо проявлена наложенность Тункинской рифтовой впадины на более древнюю структуру, представляющую собой северо-западную ветвь Саяно-Байкальского складчатого пояса. Наибольшее количество разломов сосредоточено в межвпадинных перемычках, где на сохранившуюся предшествующую разрывную структуру наложился новые дизъюнктивы

Разломы Тункинской долины являются геохимически активными, что доказывают работы авторов [15,16]. Во вмещающие породы и атмосферу происходит эмиссия вещества, сопровождаясь повышенным тепловым потоком, вулканизмом, термальными источниками и выделением газов. Активные разломы Байкальской рифтовой зоны сопровождаются аномалиями ртути в воде, почве, почвенном и приземном воздухе, причем

аномалии сопутствуют активным разлом различного морфолого-генетического типа и термической активности. Помимо ртути элементами «дыхания» сейсмоактивных разломов являются As, Tl, а также Mo, Ag, Ge и радиогенный Rn.

1.1.3 Сейсмичность

Территория Тункинской долины входит в единый Центрально-Азиатский сейсмический пояс, где высокую сейсмическую активность формирует Байкальская рифтовая зона – характеризующаяся высокой сейсмичностью по причине высокой неотектонической и современной геодинамической активности [75]. Динамика сейсмогенеза нелинейна по причине нелинейности динамики напряжений и проявляется в графиках изменения фазовой скорости и распределении годовых чисел землетрясений [31].

Средняя сейсмичность населенных пунктов 7,8 балла. Существующая сеть сейсмических станций ежегодно фиксирует более трех тысяч землетрясений различной интенсивности.

Сейсмический режим территории на современном этапе характеризуется завершением цикла относительного затишья (1962-2005 гг.) с небольшим количеством землетрясений средней силы, что может быть предвестником землетрясений интенсивностью в 8-9 баллов и выше.

С 1950 года на территории БРЗ произошло 12 землетрясений с магнитудой больше 6 и сотни землетрясений меньших магнитуд. Наиболее крупные из них, эпицентры которых расположены вблизи Тункинской долины: Мондинское 04.04.1950 – М 7,0; Средне – Байкальское 20.07.1959 – М 6,8; Южно-Байкальское 25.02.1999 – М 6,1; Култукское 27.08.2008 – М 6,1[3].

1.2 Рельеф

Тункинская долина представляет собой рифтовую область, состоящую из впадин байкальского типа. Границы между впадинами определены низкогорными отрогами-перемычками. В пространственном отношении

долина вытянута в субширотном направлении на запад от южной оконечности Байкала на 200 км. Всего в системе шесть межгорных понижений (Быстринская, Торская, Тункинская, Туранская, Хойтогорльская и Мондинская котловины) [57,77].

Орографические границы Тункинской долины ярко выражены (рисунок 3). Южная граница пролегает по хребту Хамар-Дабан, северная – по оголенным скалистым вершинам Восточного Саяна (Тункинским гольцам). Западный край долины проходит по массиву Мунку-Сардык, восточный край совпадает с руслом реки Большая Быстрая.

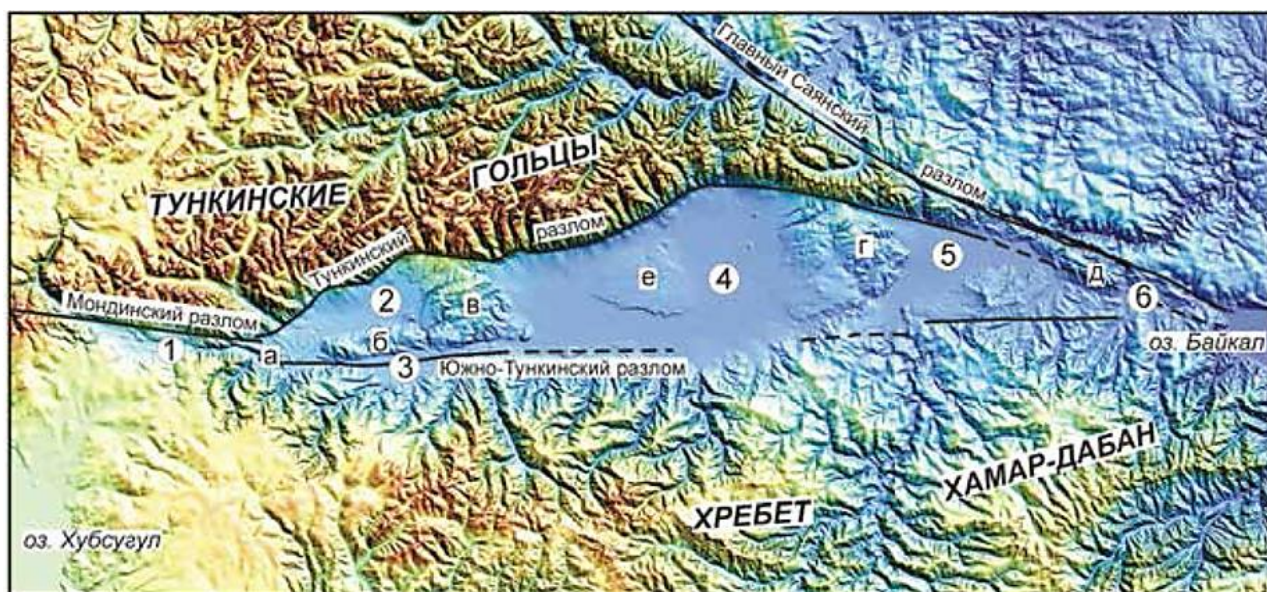


Рисунок 3 – Тункинская рифтовая впадина и ее горное обрамление на трехмерной модели рельефа [11]

Условные обозначения: – *изолированные локальные впадины*: 1 - Мондинская, 2 - Хойтогорльская, 3 - Туранская, 4 - Тункинская, 5 - Торская, 6 - Быстринская; *межвпадинные перемычки*: а - Харадабанская, б - Туранская, в - Ниловская, г - Еловская, д - Зуркузунская; е - массив Бадары.

Хребет Хамар-Дабан имеет платообразный вид и снижается без резких и значительных изломов. Максимальной отметки высот поверхность хребта достигает на 20-25 км от края долины. Профиль Тункинских гольцов имеет гораздо более резкий перепад, максимальные высоты (отдельные вершины до 3300 м) отмечаются спустя несколько километров от долины

(рисунок 4). Таким образом, асимметрия в морфологии горного обрамления является общей чертой котловин байкальского типа [12, 34, 60].

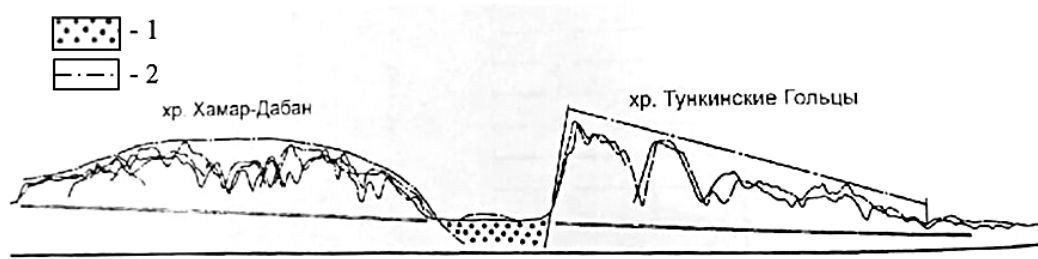


Рисунок 4 – Поперечный профиль Тункинского рифта [77]

Условные обозначения: 1 – кайнозойское осадочное выполнение дна рифта; 2 – тектонический рельеф; Вертикальный масштаб превышает горизонтальный в 10 раз)

Формы котловин различны, но в основном имеют удлиненный вид, при этом удлиняются контуры с востока на запад [9,11]. Основные морфометрические характеристики котловин представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Основные морфометрические характеристики котловин Тункинской долины [9,11].

Котловина	Длина, км	Ширина, км	Площадь, км ²	Высота, м			
				Интервал абс. высот дна	Средняя, дна	Абс., вершин окружающих гор	Макс. отн. бортов котловины
Быстринская	9	4	30	600-730	700	1000-1400	800
Торская	30	10-20	360	660-800	750	1000-2200	1340
Тункинская	65	20-32	1800	700-900	800	2000-3200	2300
Туранская	22	3-6	70	840-1000	930	1200-3000	2160
Хойтогольская	33	7-11	270	900-1500	1100	1200-3200	2100
Мондинская	25	3,5-5	90	1250-1600	1430	1800-3500	2250

Различное высотное положение котловин является их важной особенностью. Создается ощущение «подвешенности» котловин над озером Байкал, уровень уреза воды в котором 455 метров, в то время как урез воды Хубсугульского рифта, который соединен с Байкальским данной цепью

котловин, составляет 1645 м. При этом Ближайшая и сопредельная к Байкальской впадине Быстринская приподнята относительно днища уже на 200 м. [12,34,61].

Крупнейшая в системе Тункинская впадина вместе с меньшими Торской, Туранской и Хойтогорьской впадинами занимают центральную часть долины. Между собой они разделены низкогорными блоковыми массивами Еловского и Ниловского отрогов. Мондинская впадина на северо-западе переходит в глубокую долину-грабен Иркута, на востоке совместно с высокими тектоническими ступенями образует перемычку между Тункинским и Хубсугульским рифтами [77].

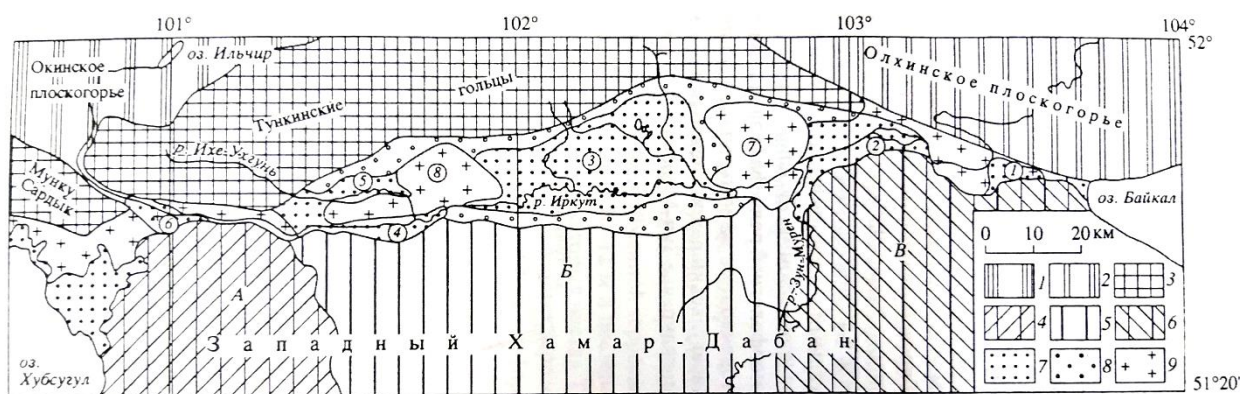


Рисунок 5 – Карта-схема основных морфологических элементов Тункинского рифта и его горного окружения [77].

Условные обозначения: Плоскогорья: 1 - средневысотные (2000-2400 м), 2 - низкие (800-1000 м), 3 - сильно расчлененные (до 1200 м). Горы с абсолютными отметками до 3491 м: 4 - средневысотные (до 2534) слаборасчлененные (200-300 м) вулканические плато; 5 - среднерасчлененные (300-800 м) сибиретипные горы (абсолютные высоты до 2994 м), 6 - сильнорасчлененные (500-1000 м) сибиретипные горы, 7 - аккумулятивные равнины днищ впадин, 8 - наклонные предгорья, 9 - низкогорья межвпаденных перемычек. Цифрами в кружках обозначены впадины: 1 - Быстринская, 2 - Торская, 3 - Тункинская, 4 - Туранская, 5 - Хойтогорьская, 6 - Мондинская. Междувпаденные перемычки - отроги: 7 - Еловский, 8 - Ниловский. Буквами обозначены геоморфологические районы

Западного Хамар-Дабана: Хэвен-Дзалу-Урийн-Сарьдигский (А), Харагульский (Б), Хангарульский (В)

Всего в Тункинской долине и её горном обрамлении может быть выделено пять поясов рельефа объединенных в две группы. В группе рельефа горного обрамления выделены пояс днищ долин, пояс склонов и вершинный пояс. В группе рельефа впадин – пояса равнин и наклонных предгорий. Также на исследуемой территории встречаются формы рельефа, имеющие межпоясный характер распространения, которые придают Тункинскому Прибайкалью уникальность. К таким формам рельефа относятся ледниковые и водноледниковые аккумулятивные образования, криогенный рельеф, представленный буграми пучения, термокарстом, солифлюкционными террасами и формами. Также эоловые морфолитосистемы, вулканические шлаковые конусы Тункинской впадины с рядом их погружения и сквозные долины [77].

1.3 Климатические условия

Тункинская долина, как часть Восточной Сибири, имеет общие с ней географические закономерности находящие отражение в режиме климата – резко выраженный годовой и суточный ход радиации, своеобразие зимней и летней циркуляции воздуха, удаленность и защищенность территории от влияния океанов [48]. Характерная черта климата территории – континентальность. Коэффициент континентальности, учитывающий сезонные и годовые амплитуды температур и широту местности, по С.П. Хромову составляет 90 % [73].

Большое влияние на климат оказывает Сибирский антициклон, который формируется вследствие радиационного выхолаживания подстилающей поверхности и прилегающего к ней слоя воздуха, а также за счет динамических особенностей элементов рельефа. Океанические воздушные массы концентрируются в виде плотного холодного воздуха, встречая препятствия в виде горных хребтов на юге и востоке Сибири, а

также Центральной Азии. Также развитию мощного антициклона способствует беспрепятственное поступление массы арктического воздуха с севера [9,58].

Деятельность антициклона приводит к значительному выхолаживанию поверхности и появлению сильных морозов, тихой и ясной погоды в холодное время года. Летом земная поверхность сильно прогревается и происходит формирование области низкого давления, циклонов приносящих неустойчивую пасмурную и дождливую погоду [34,60].

По данным Василенко О.В. на метеостанции Аршан (850 м над уровнем моря) среднегодовое изменение температуры воздуха – от минус 1,4°С на до минус 6,6°С на высокогорной станции Ильчир (2083 м над уровнем моря). Средняя за год температура воздуха по данным метеостанций принимает отрицательные значения. [10]. Наиболее жаркий месяц – июль характеризуется значениями температуры от +16 до +18 °С. В самый холодный месяц – январь преобладает ясная погода, температура воздуха лежит в пределах от минус 20 до минус 24°С [30]. Первые заморозки в котловине проявляются в среднем в первую в декаду сентября. Число дней со снежным покровом достигает 150–160 дней, местами до 200 дней. Средняя высота снежного покрова из наибольших декадных –10-20 см [48].

Осадки по территории долины распределяются неравномерно и зависят от особенностей элементов рельефа. Так среднегодовая норма осадков в долинах составляет от 300 до 400 мм, в Тункинских гольцах и на склонах Хамар-Дабана – от 500 до 1000 мм. Среднегодовая норма для долин является минимальным по всему Восточному и Центральному. Большая часть осадков выпадает летом, а на зимние месяцы приходится 30 – 35 мм [8].

Скорость ветра связана с общей циркуляцией атмосферы и действия местных барических центров. Главенствует западный перенос воздушных масс, но значительна вероятность прорыва холодного воздуха с севера и

теплого, влажного – с юга [34]. Повышенные, относительно значений по всей Сибири, скорости ветра наблюдаются над озером Байкал, как крупным пресным водоемом, увеличивающим барический градиент между водной поверхностью и сушей. Средняя годовая скорость ветра в Прибайкалье от 2 до 4 м/с повторяемость штилей в процентах от общего числа случаев наблюдений – 13. Преобладающие направления ветра юго-восточное и северо-западное [60].

Одним из важнейших климатообразующих факторов является радиационный баланс, для Тункинской котловины составляющий 41-42 ккал/см². Среднегодовые показатели основных радиационных величин для данного района, следующие: фактическая продолжительность солнечного сияния лежит в пределах $22 \cdot 10^2 - 25 \cdot 10^2$ ч; численность дней без солнца – от 20 до 40, что является наименьшим среди котловин Восточной Сибири; альбедо деятельной поверхности – 29% [4].

Пределы изменения температуры почв имеют выраженный минимум в конце января – начале февраля, максимум в июле. Значительная часть горной территории находится в зоне распространения многолетней мерзлоты. Глубина мерзлых толщ здесь может достигать 250 м [6]

1.4 Гидрологические и гидрогеологические условия

Речная сеть Тункинской долины представлена бассейном реки Иркут, а также её правыми и левыми притоками. Река Иркут берет начало в месте слияния Белого и Черного Иркуты, имеющих начала от ледника на северных склонах массива Мунку-Сардык и озера Ильчир, расположенного в Тункинских гольцах соответственно. Иркут является основной водной артерией территории, почти на всем протяжении характеризуется как бурная горная река. Водность правых притоков выше, чем левых вследствие крупности и развитости бассейнов. Наиболее значительными притоками являются Ихе-Угунь, Енгара, Тунка (левые) и Харгун, Зангисан, Зун-Мурин (правые) [6,28].

Водосборный бассейн имеет площадь 15600 км², вытянут с запада на восток на 270 км в пределах котловин Юго-Западного Прибайкалья.

Реки Тункинской долины имеют смешанный тип питания, с преобладанием дождевого. По большей части речной сток в году происходит летом (более 50%), на весну приходится 30%, осень зиму – менее 10%. Половодье горных рек котловины отличается небольшой высотой и значительной продолжительностью. По причине понижения температуры воздуха с ростом высоты местности, половодье горных рек котловины отличается небольшими высотами и значительной продолжительностью. [6,9].

Исследуемая территория кроме рек богата и озерами, которые сосредоточены преимущественно на левом берегу реки Иркут. Среди озер Тункинских впадин выделяются две крупные озерные системы Енгаргинская и Койморская. Койморская система представляет собой сложную цепь болот и озер, соединенных протоками. По мнению Г.Ф. Уфимцева эта система является озеровидными расширениями русла р. Тунка, в которых ее течение становится практически незаметным, а поток как бы распластовывается теряясь в болотистой низине и широких плесах. [28]. Енгаргинская система в основном похожа на Койморскую. Самым крупным в системе озером является озеро Енгарга, длиной 3 км и шириной до 800 м [28,74].

Площадь озер изменяется в зависимости от погодных условий и колебаний водности и как следствие точно не определена.

Всего на территории Тункинских котловин насчитывается около 550 озер. Озера Тункинской котловины гетерогенны по происхождению. Они образовались в результате скопления грунтовых, снеговых и дождевых вод, стекающих с гор Тункинского хребта в карах, днищах трогов и цирках на высотах от 1500 до 2500м. Глубина озер колеблется от 0,7 до 1,8 м. Большинство из них характеризуются правильной формой, большой глубиной и прозрачной пресной водой [6,28].

В гидрогеологическом отношении Тункинская долина выступает как Тункинская группа межгорных артезианских бассейнов и входит в Байкальскую гидрогеологическую складчатую область. В группу входят пять артезианских бассейнов (Мондинский, Хойтогольский, Туранский, Тункинский, Торский) содержащих большой запас пресных подземных вод. В структурном отношении бассейны представляют собой глубокие сложные грабеноподобные впадины, сформировавшиеся в кайнозое и сходные с мезозойскими синклинальными прогибами [17].

На территории распространены термальные воды, азотные с температурой 37.5°C, углекислые и азотно-углекислые воды. Развитие многочисленных наложенных структур и разрывной тектоники обусловили наличие минеральных вод различного состава. Минеральные источники на территории выходят на сравнительно больших абсолютных отметках и приурочены в основном к тектоническим разломам локального распространения или линейно вытянутым на большие расстояния тектоническим зонам [17].

1.5 Почвенный и растительный покров

Почвенный покров Тункинской долины имеет сложную структуру, включающую десятки различных типов почв. Этому способствует преимущественно рельеф, а также литологическая неоднородность почвообразующих пород, активность аллювиально-пролювиальных процессов, ускоренная ветровая и водная эрозия почв в пределах предгорных наклонных равнин и минерально-петрографическая неоднородность почвообразующих пород горного обрамления [74].

Согласно национальному атласу почв Российской Федерации на территории долины преобладают дерново-таёжные насыщенные почвы, локально распространены серые лесные неоподзоленные почвы, также встречаются гидроморфные лугово-болотные в южной части долины, дерново-карбонатные в западной части, пойменные кислые вдоль русла реки Иркут. Почвообразующие породы в основном плотные кислые и основные

метаморфические и изверженные, также имеются рыхлые легкосуглинистые [25].

Растительный покров исследуемой территории разнообразен ввиду контрастности климата, орографических особенностей и мозаичности почвенного покрова. Котловина расположена в пределах Урало-Сибирской фратрии Южносибирских растительных формаций. Господствующие виды в совокупности растительных ассоциаций это темнохвойные (сосна сибирская - *Pinus sibirica*, пихта сибирская - *Abies sibirica*, ель сибирская - *Picea obovata*) редколесья и светлохвойные (лиственница сибирская - *Larix sibirica*, сосна обыкновенная - *Pinus sylvestris*) леса [5].

В целом вся растительность котловин может быть разделена на три пояса: лесной, лесостепной и высокогорный. Благодаря заметному градиенту высот хорошо прослеживаются границы поясности [74].

Лесной или горнотаёжный пояс представлен в основном лиственницей, кедром, сосной, иногда встречаются пихты, березы и осины. Основание пояса лежит на отметке в 1000 м в Тункинской котловине и 1700 м в Мондинской, точная верхняя граница однозначно не определена. Расположение различных типов древостоя в составе лесного пояса неоднородно. Так лиственница преобладает в западных частях долины, в то время как кедр чаще встречается в Тункинской котловине и на северных склонах Хамар-Дабана. Решающим фактором здесь служит степень увлажненности территории, которая для кедра выше, чем для лиственницы [7].

Влаголюбивость кедровника определяет распространенность в них зеленых мхов, покрывающих водоразделы по северному макросклону хребта Хамар-Дабан и местами склоны Тункинских гольцов. Брусника и рододендрон золотистый являются основными представителями кустарничкового яруса.

Лиственничные леса разнообразны. Выделяются травяные лиственничники как без мохового покрова, так и с лишайниково-моховым

покровом. Встречаются брусника, багульник, подлесок из рододендрона мелколистного (*Rhododendron parvifolium*) и березки круглолистной (*Betula rotundifolia*) [40]. Лиственничные таежные леса распространены преимущественно на западных хребтах Хамар Дабана. Сосновые леса в системе Тункинских впадин имеют фрагментарное распространение в основном в центральной части котловины и по песчаным террасам реки Иркут [9].

Лесостепной пояс представлен совокупностью сообществ настоящих и луговых степей и пойменных лугов с сосновыми остепненными и сосново-лиственнично-березовыми лесами. Лесостепной пояс распространяется в диапазоне абсолютных высот от 720 до 1300 м, занимая днище котловины и шлейфы хребтов, степные участки приурочены к водоразделам окраинной части котловины и надпойменным террасам [9,48].

Высокогорный пояс включает большое количество видов растительности. Нижняя граница высокогорий проходит на высоте 1800 м. Широко распространены лиственничные и кедровые редколесья. Небольшие площади, характерные для горных долин на приводораздельных поверхностях Хамар-Дабана, заняты альпийскими и субальпийскими лугами, встречающимися в местах наибольшего скопления снега в долинах рек, распадках и ложбинках. Также в пределах котловины встречаются горнотундровые формации: лишайниковые и щебнистые тундры, дриадовые кустарничковые тундры. [72].

В данном районе произрастают также тополь душистый (*Populus suaveolens* Fisch.), сбрасывающий листву на семь месяцев и сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), которая относится к вечнозелёным растениям.

Глава 2 Методы исследований

В данной работе для изучения ртутного «дыхания» рифтовых областей использован дендрогеохимический метод индикации ртути в годовичных кольцах тополя и сосны включающий: полевое опробование, лабораторно-аналитические исследования (датировка и маркировка колец с помощью полуавтоматического измерительного комплекса LINTAB, атомно-абсорбционный анализ ртути), обработку и анализ информации.

При исследовании годовичных колец деревьев могут изучаться их физико-механические свойства, анатомическая структура и химический состав. Полученные характеристики позволяют реконструировать параметры окружающей среды в прошлом за длительные интервалы времени и с высоким временным разрешением [64].

Дендрогеохимический метод широко используется для оценки влияния различных факторов на окружающую среду. Существуют примеры исследования загрязнения территории тяжелыми металлами с использованием колец лиственницы и кедра [27,52]; особенностей накопления и этапов поступления радиоуглерода (^{14}C) с помощью годовичных колец сосен, произраставших в окрестностях предприятия ЯТЦ [27,33]; исследования последствий внедрения посторонних объектов (Тунгусский метеорит) в окружающую среду по данным изучения содержания ряда элементов в годовичных кольцах лиственницы [2,33].

Известен и зарубежный опыт использования дендрогеохимического метода. Например, группой ученых [79] было проведено исследование влияния хлорно-щелочного завода, расположенного в Западной Европе в различные этапы его эксплуатации с помощью годовичных колец тополя и ивы. Канадские ученые, используя кольца белой ели, сумели проследить динамику изменения содержания ртути в окружающей среде за последние 400 лет [83]. Работа американских исследователей с использованием сосновых пород показала увеличение содержания ртути в окружающей среде после научно-технической революции [81].

Учеными из Китая были исследованы различные части елей (хвоя, кора, годовые кольца) и окружающие их почвы на предмет различий в накоплении ртути. В результате было выявлено, что содержание ртути в коре значительно превышает концентрации в годовых кольцах [78].

Учеными из Италии исследовано изменение характеристик загрязнения в городе от разного рода антропогенных источников (сталелитейный завод, мусоросжигательный завод и тд) по годовым кольцам дуба пушистого. По результатам исследований были выявлены повышенные содержания элементов характерных для сталелитейного завода Co, Mo, Cr, Ni, Pb, Zn и для мусоросжигательного завода Hg, Pb,. По мере приближения точек отбора к заводу, концентрации загрязняющих веществ увеличивались [82].

Исследователями из Чешской республики было оценено загрязнение ртутью за более чем 100 лет, зарегистрированное в древесных кольцах сосны шотландской вблизи хлорно-щелочного завода работающего с 1941 года. Концентрация ртути в кольцах деревьев возросла с началом работы завода и уменьшилась, когда выбросы ртути сократились в 1975 году из-за модернизации технологии производства [80].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что дендрохимический метод исследований имеет широкое применение в оценке различных показателей окружающей среды.

2.1 Обоснование выбора видов деревьев

Определяющими факторами при выборе вида древесного растения для проведения анализа служат чувствительность к изменению внешних условий, широкое распространение в условиях исследуемого участка, долговечность и различимые годовые слои прироста [26].

Тополь душистый (*Populus suaveolens* F) широко распространен в Восточной части России, в том числе в Прибайкалье, произрастает на различных типах почв, морозостоек и может достигать возраста до 200 лет [52].



Рисунок 6 – Тополь душистый: общий вид дерева (слева), листья (справа) [59].

Существует достаточно большое количество опубликованных работ посвященных изучению накопления различных химических элементов в древесных кольцах тополя [27,79].

Таким образом, для Тункинской долины тополь являются наиболее подходящим для исследования видом, так как имеют обширный ареал распространения на территории долины и возраст достаточный для проведения ретроспективных исследований.

2.2 Отбор и подготовка проб древесного керна

С целью выявить уровни накопления ртути в годичных кольцах деревьев и увязать их с проявлением землетрясений и с разломно-блоковым строением земной коры в Тункинской впадине был проведен отбор древесных кернов тополя душистого (*Populus suaveolens* Fisch.) по заранее составленной карте фактов. При выборе мест отбора учитывались особенности тектонических структур территории (пространственное расположение разломов в земной коре).

Отбор проб проводился вдоль и вкrest простираия Тункинской впадины в августе 2018 и 2019 годов (Рисунок 7). Всего было отобрано 32 древесных кернов. Отбор осуществлялся научным сотрудником Томского политехнического университета Е.Е. Ляпиной (2018) и автором работы (2019) согласно установленным рекомендациям [39].

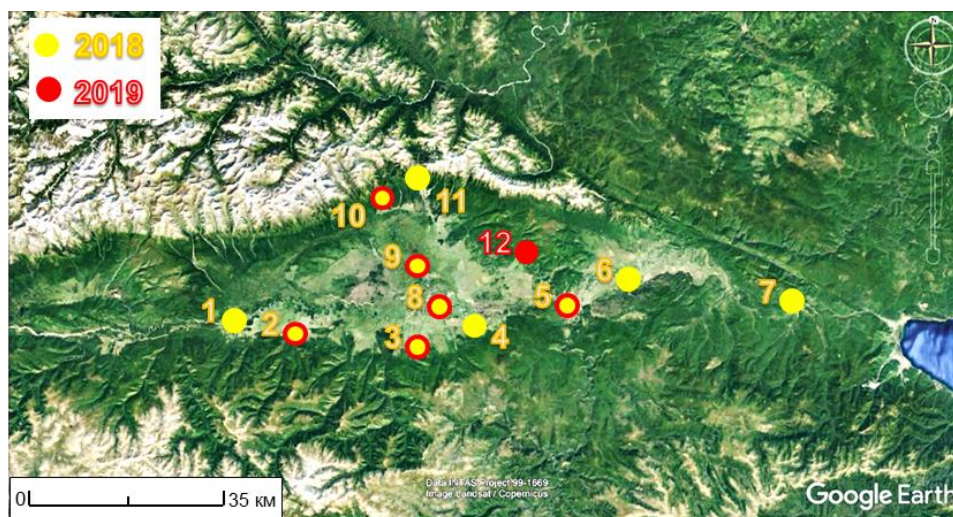


Рисунок 7 – Карта-схема отбора проб древесного керна в Тункинской впадине. Условные обозначения: 1 – Шимки, 2 – Кырен, 3 – Жемчуг, 4 – Зактуй, 5 – Зун-Мурино, 6 – Торы, 7 – Быстрая, 8 – Тунка, 9 – Далгай, 10 – Аршан, 11 – Дацан, 12 – Еловка

Для отбора образцов был использован возрастной буров шведского производства Haglof (рисунок 8), с помощью которого высверливались радиальные керны древесины диаметром 4-5 мм и длиной до 30 см.



Рисунок 8 – Возрастной буров. Условные обозначения: 1 – наконечник сверла, 2 – собранный буров, 3 – стержень, 4 – экстрактор, 5 – сверло) [29]

Образцы древесины отбирались перпендикулярно продольной оси ствола дерева на высоте 1-1,5 м от поверхности земли (рисунок 9). После извлечения из ствола керны помещались в бумажные тубусы для дальнейшего хранения и транспортировки. На тубусе фиксировалось название точки отбора, вид дерева и дата.



Рисунок 9 – Процесс извлечения керна из ствола дерева

Отобранные пробы после высушивания помещались в деревянные рейки-пеналы, зачищались и шлифовались с помощью наждачной бумаги. После маркировки и измерения ширины, кольца измельчались и помещались в отдельные зип-лок пакеты с указанием года (Рисунок 10).

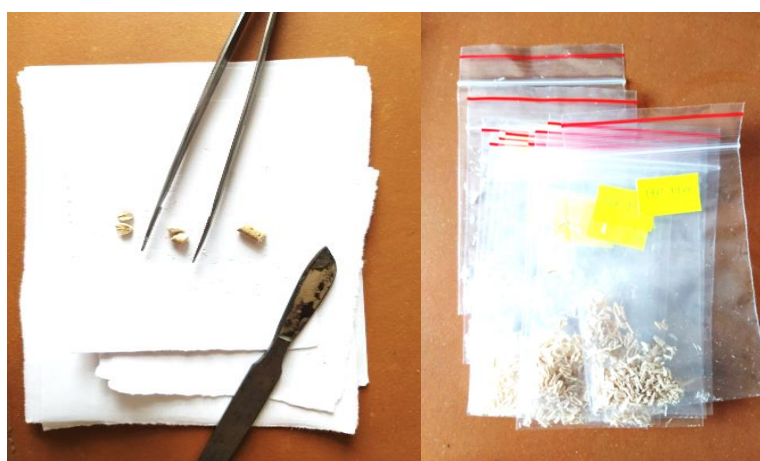


Рисунок 10 – Подготовка образцов древесного керна к анализу ртути: измельчение отделенного кольца (слева); подготовленная к проведению анализа проба (справа).

2.3 Аналитическое обеспечение исследований

Лабораторно-аналитические исследования годовичных колец деревьев включали определение границ колец с помощью полуавтоматического измерительного комплекса LINTAB 6 в Институте мониторинга климатических и экологических систем СО РАН (г. Томск) и атомно-абсорбционный анализ ртути в лаборатории международного научно-образовательного центра «Урановая геология» в 20 корпусе НИ ТПУ.

2.3.1 Определение границ и ширины годовичных колец

Датирование годовичных колец и измерение их ширины производилось с помощью прибора LINTAB 6 (Рисунок 11). Исследуемый образец помещается на рабочую поверхность прибора. Оператор наблюдает поверхность керна в бинокулярный микроскоп, на одном из окуляров которого нанесена шкала, позволяющая вести измерение образца [45]. В момент совмещения центральной линии шкалы микроскопа и границы кольца нажимается педаль – фиксируется ширина годовичного кольца.

К основным достоинствам прибора относятся простота в обращении, надежность, пыле и влагоустойчивость и точность измерений.



Рисунок 11 – Общий вид прибора LINTAB[49].

2.3.2 Атомно-абсорбционный анализ ртути в годичных кольцах

Для осуществления анализа была использована установка РА-915+ с приставкой «ПИРО-915+». Схема подготовки проб и проведения анализа представлена на рисунке 12.



Керны в бумажных тубусах после отбора с помощью бурава



Рисунок 12 – Схема подготовки проб и проведения анализа

Атомно-абсорбционный метод (ААС) измерений основан на принципе поглощения квантов света атомами направленного излучения с такой частотой, при которой происходит переход возбужденного атома на уровень, ближайший к основному энергетическому состоянию (резонансный переход). При направлении излучения с такой частотой на невозбужденный атом кванты света поглощаются атомами, и уменьшается интенсивность излучения, измеряя долю поглощенного излучения, можно количественно определить содержание элемента в пробе [68].

Метод ААС позволяет определять небольшие концентрации элементов в анализе практически любого технического и природного объекта: металлов, сплавов, почв, растений, пищевых продуктов и тд [68].

Перед проведением исследований была произведена калибровка анализатора. Для контроля измерений ртути в пробах керна тополя производилось измерение стандартного образца массовой доли ртути (ГСО): образец состава листа березы ЛБ-1(ГСО-8923-2007) [14,37].

С помощью ложечки-дозатора и лабораторных весов общего назначения 2 класса точности была определена масса навески пробы (от 20 до 40 мг). Далее ложечка-дозатор с пробой определенной массы помещается в атомизатор приставки «ПИРО-915+». Обработка результатов измерений осуществляется с помощью программного обеспечения «Рапид».

2.4 Методика обработки аналитической информации

Обработка данных полученных в ходе исследования в программах: «Microsoft Office Word», «Microsoft Office Excel», и «Surfer», «Statistika», «CorelDRAW» производилась с помощью персонального компьютера. После получения результатов исследований с использованием программ «Microsoft Office Excel» и «Statistika» необходимо было составить исходную базу данных с концентрациями ртути и рассчитать параметры описательной статистики – среднее, медиана, максимальные и минимальные значения, стандартное отклонение и коэффициент вариации.

Глава 3 Динамика изменений концентрации ртути в годичных кольцах деревьев в Тункинской впадине

В результате проведённых анализов была получена информация о концентрации ртути в годичных кольцах тополя душистого на территории Тункинской впадины.

Данные статистической обработки результатов анализов материалов полученных в 2018 году представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Данные статистической обработки проб *Populus suaveolens* Fisch. (нг/г) на территории Тункинской рифтовой впадины (2018 год).

Населенный пункт	N	X	min	max	Me	S	V, %	С.Г
Аршан	18	4.2±0.7	1	14	4.1	2.8	68	3.4
Шимки	21	6.1±0.6	2	13	5.6	2.7	44	5.6
Зун-Мурино	62	10.7±0.9	1	34	10.8	7.4	70	7.1
Зактуй	36	4.4±0.4	1	9	4.1	2.2	51	3.8
Кырен	60	9.4±1.0	1	33	5.2	8.2	88	6.7
Быстрая	43	8.7±1.0	1	31	6.0	6.7	79	6.6
Жемчуг	45	3.6±0.3	1	11	3.0	2.1	57	3.1
Торы	49	8.4±0.8	1	24	7.9	5.6	67	6.0
Галбай	59	7.4±1.0	1	35	4.4	7.3	99	4.4
Вся выборка	466	7.3±0.3	1	35	3.7	6.2	85	5.3

Примечание: N – количество проб в выборке, X – среднее содержание, min-max – минимальное и максимальное содержание в выборке, Me – медиана, S – стандартное отклонение, V – коэффициент вариации, С.Г – среднее геометрическое.

Возраст деревьев отобранных в ходе работы различен. Наибольший временной охват зафиксирован в точке Зун-Мурино и составляет 62 года.

По результатам расчетов среднее содержание ртути в древесине тополя на территории Тункинской долины составляет 7 нг/г при разбросе от 4 нг/г до 11нг/г.

Согласно инструкции по геохимическим методам поисков при логнормальном распределении содержания элемента, которое характерно для ртути, за местный фон принимается среднее геометрическое.

Таким образом, локальный фон по ртути в Тункинской долине превышен в точках Зун-Мурино, Кырен, Быстрая и Торы. Максимальное содержание ртути 35 нг/г отмечается в точке Галбай.

Данные статистической обработки результатов анализов материалов полученных в 2019 году представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Данные статистической обработки проб *Populus suaveolens* Fisch. (нг/г) на территории Тункинской рифтовой впадины (2019 год).

Населенный пункт	N	X	min	max	Me	S	V, %	С.Г
Еловка	38	6.1±0.5	1	15	5.4	3.2	52	5.2
Кырен	49	8.0±0.6	2	20	8.1	4.3	53	6.9
Зун-Мурино	30	7.1±0.6	3	16	6.3	3.2	46	6.5
Галбай	45	7.6±0.5	1	15	7.6	3.6	47	6.6
Аршан	58	5.7±0.6	2	31	4.5	4.5	78	4.7
Тунка	35	4.2±0.3	1	11	4.1	1.9	45	3.8
Жемчуг	62	6.0±0.6	1	31	5.0	4.7	78	5.0
Вся выборка	317	6.4±0.2	1	31	5.4	4.0	63	5.4

Примечание: N – количество проб в выборке, X – среднее содержание, min-max – минимальное и максимальное содержание в выборке, Me – медиана, S – стандартное отклонение, V – коэффициент вариации, С.Г – среднее геометрическое.

Наибольший временной охват по данным 2019 года также составил 62 года, но отмечен в точке Жемчуг.

Среднее содержание ртути в древесине тополя душистого по данным 2019 года равно 6 нг/г при разбросе от 4 до 8 нг/г. Максимальная концентрация ртути выявлена в точках Аршан и Жемчуг и составляет 31 нг/г.

Превышение локального фона зафиксировано в точках Кырен, Зун-Мурино и Галбай. Для Зун-Мурино и Кырена такие значения были характерны и по данным 2018 года.

Анализ пространственного распределения содержаний ртути проведен с помощью построения карт-схем в программе Surfer методом кригинга. Карта-схема пространственного распределения по данным 2018 года представлена на рисунке 13.

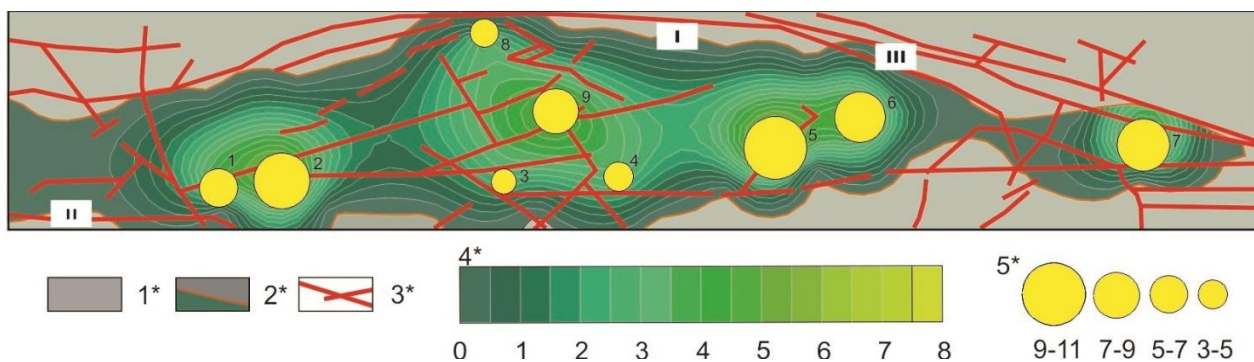


Рисунок 13 – Пространственное распределение Hg на территории Тункинской долины по данным 2018 года

Условные обозначения: 1* – горное обрамление впадины, 2* – граница Тункинской впадины, 3* – тектонические разломы, 4*,5* – содержание Hg в нг/г. *Населенные пункты:* 1 – Шимки, 2 – Кырен, 3 – Жемчуг, 4 – Зактуй, 5 – Зун-Мурино, 6 – Торы, 7 – Быстрая, 8 – Аршан, 9 – Галбай. *Главные разломы:* I –Тункинский, II – Южно-Тункинский, III – Главный Саянский

В результате анализа карты-схемы можно сделать вывод о том, что среднее содержание ртути в годовых кольцах деревьев увеличивается в направлении с запада на восток и от периферии к центру.

По отношению к разрывным нарушениям исследуемые точки имеют следующее расположение: близость к разлому субмеридионального и северо-западного направления распространения (Аршан, Зун-Мурино); близость к разлому субширотного плана (Быстрая, Кырен); близость к месту пересечения нескольких разломов (Галбай, Жемчуг, Шимки).

Карта-схема пространственного распределения по данным 2019 года представлена на рисунке 14.

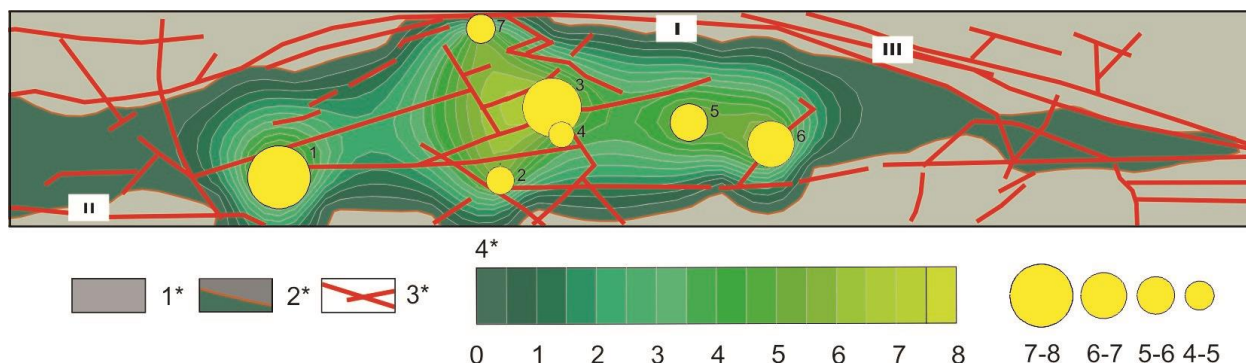


Рисунок 14 – Пространственное распределение Hg на территории Тункинской долины по данным 2019 года

Условные обозначения: 1* – горное обрамление впадины, 2* – граница Тункинской впадины, 3* – тектонические разломы, 4*,5* – содержание Hg в нг/г. *Населенные пункты:* 1 – Кырен, 2 – Жемчуг, 3 – Галбай, 4 – Тунка, 5 – Еловка, 6 – Зун-Мурино, 7 – Аршан. *Главные разломы:* I –Тункинский, II – Южно-Тункинский, III – Главный Саянский

В 2019 году территория опробования имеет меньшие размеры по сравнению с 2018 годом. Картины распределения имеют общую особенность, такую как максимальное содержание в районе точки Зун-Мурино. По рисунку 14 видно, что максимальные содержания расположены на западных и восточных границах участка и в его центре. Однонаправленного увеличения концентраций по территории не выявлено.

Точка номер 3 (Тунка) расположена вблизи места пересечения нескольких разломов различных направлений. Точка номер 4 (Еловка) находится на значительном расстоянии от разрывных тектонических нарушений. Точки 1, 7, 5 (Кырен, Галбай и Зун-Мурино) характеризующиеся максимальными значениями расположены недалеко от тектонических разрывных нарушений различного плана, как субширотного так и северо-западного плана и их пересечения.

В целом точки с аномально высокими содержаниями ртути в древесине тополей тяготеют к крупным разрывным нарушениям как субширотного, так и северо-западного плана. А максимальные содержания этого элемента наблюдаются в районе пос. Галбай (35 нг/г по данным 2018 года) и Жемчуг (31 нг/г по данным 2019 года), расположенных вблизи пересечений нескольких разломов.

Для анализа временной динамики распределения ртути в древесине тополя выбраны точки, в которых наиболее выражены пиковые концентрации, и построены сводные линейные графики. Динамика изменения концентраций ртути по данным 2018 года показана на рисунке 15.

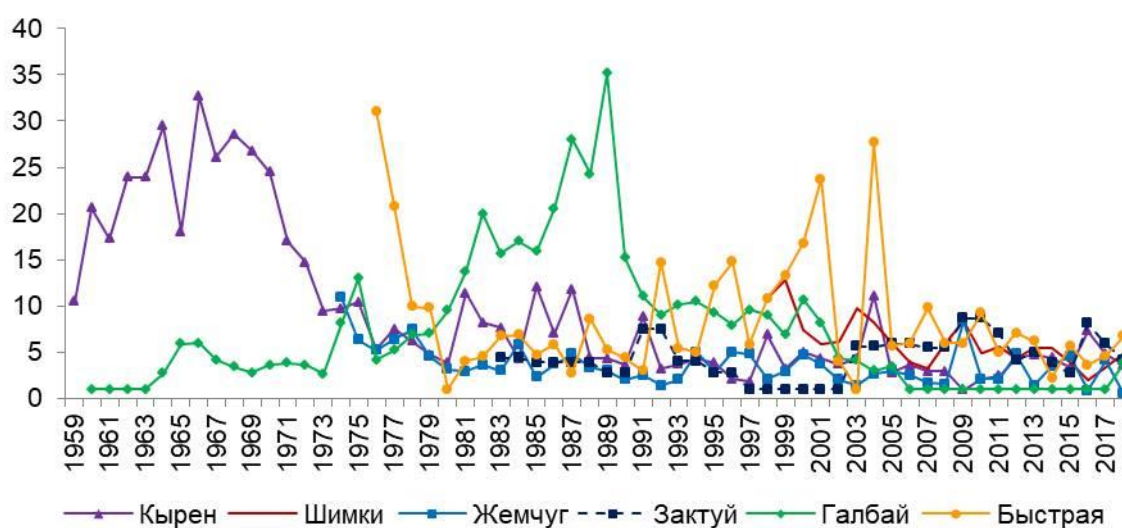


Рисунок 15 – Динамика изменения содержания Hg в годичных кольцах тополя (*Populus suaveolens* Fisch.) по данным 2018 года

Распределение содержания ртути в керне данных точек опробования характеризуется периодами длительностью от 5 до 29 лет отличающимися кратностью превышения локального фона от 1.2 до 4 раз. Так, вблизи пос. Кырен выделяется отрезок со средним содержанием Hg 20 нг/г в период с 1959 по 1975 г. и 5 нг/г во временном ряду с 1976 по 2018 г. Похожий характер отмечается и в керне тополя вблизи пос. Шимки, где с 1998 по 2004 г. выделяется отрезок со средним содержанием ртути 8.7 нг/г и 5 нг/г во временном отрезке с 2004 по 2018 г. Еще один ярко выраженный максимум

концентрации и сопутствующий ему период повышенных концентраций отмечается вблизи пос. Галбай, где с 1978 по 2014 C_{Hg} составила 13.8 нг/г в то время как в предшествующий и последующий периоды средняя концентрация не превышала 4 нг/г. Характер изменения концентрации ртути в точке вблизи пос. Быстрая отличается от описанных ранее наличием нескольких коротких (от 4 до 8 лет) периодами значительного превышения средней концентрации (до 3.5 раз).

Динамика изменения концентраций ртути по данным 2019 года показана на рисунке 16.

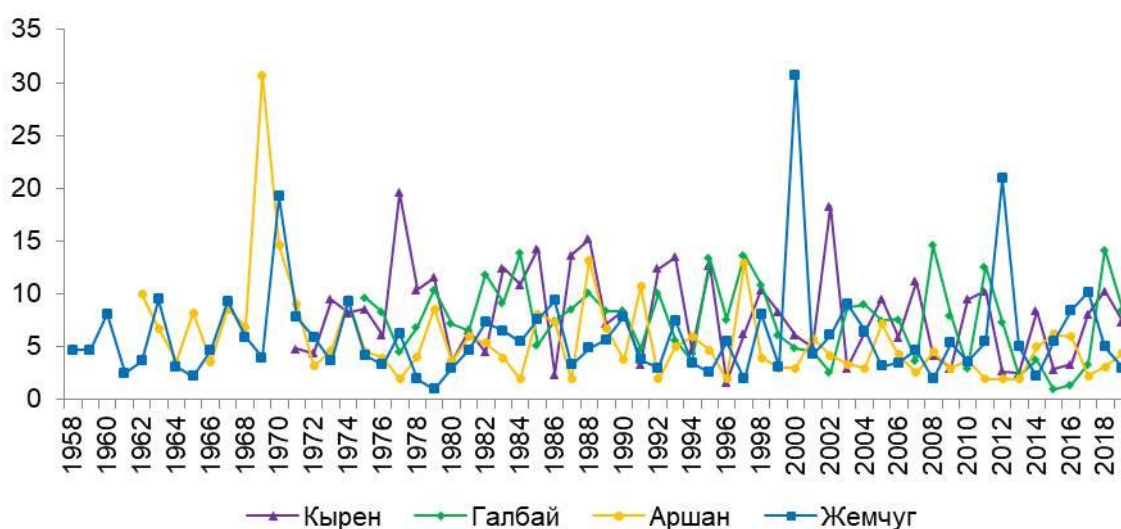


Рисунок 16 – Динамика изменения содержания Hg в годичных кольцах тополя (*Populus suaveolens* Fisch.) по данным 2019 года

Распределение содержания ртути в кернах точек опробования 2019 г. характеризуется короткими периодами от 3 до 7 лет отличающимися двукратным превышением средней концентрации. Такие периоды отмечены в точке вблизи пос. Кырен: с 1973 по 1979 г. средняя концентрация составила 10.6 нг/г, с 1983 по 1985 г. – 12.6 нг/г, с 2004 по 2007 – 8.3 нг/г, с 2017 по 2019 г. – 8.6 нг/г. Меньшее количество таких периодов выделяется в древесине из точки Галбай. Во временном отрезке 1978 по 1984 средняя концентрация в данной точке равна 9.4 нг/г, с 1986 по 1990 – 8.6 нг/г, с 1995 по 1999 – 10.3 нг/г.

Древесина из точки пос Аршан не имеет большого количества периодов повышенных содержаний ртути, но отличается пиковой для всей выборки концентрацией в 30.7 нг/г в 1969 г. Древесина из точки вблизи пос. Жемчуг характеризуется таким же как и вблизи пос. Аршан пиковым содержанием в 30.7 нг/г, но отмечается в другом году – 2000г и несколькими короткими периодами повышенных содержаний, как в точках вблизи пос. Кырен и Галбай: с 1970 по 1972 г. среднее содержание ртути составило 11 нг/г и с 2015 по 2017 – 8.1 нг/г.

Связь сейсмичности территории с изменениями содержания Hg

Сейсмичность БРЗ общеизвестна. Достаточно вспомнить образование залива Провал в 1863 году. Сейсмичность района Тункинской впадины длительное время связывали с активностью Тункинского разлома. Затем, с созданием региональной сети сейсмических станций, положение существенно улучшилось и стало возможным определять более точно время, координаты событий эпицентров и глубины землетрясений [18]. Установлена и приуроченность зон энергетической разгрузки к определённым тектоническим структурам.

Сейсмоактивные разломы, составляющие структуру БРЗ, выделяются как повышениями теплового потока, так и высокими интенсивностями уходящего потока ИК излучения. Также конвективный теплоток сопровождается миграцией подвижных рудных элементов, геохимические ассоциации и потоки которых включают природные токсиканты As, Tl, Hg, а также Mo, Ag, Ge и радиогенный Rn. Они – элементы “дыхания” сейсмоактивных рифтогенных разломов [15].

На конец XX века насчитывалось около 23 наиболее значимые (ощутимых) землетрясений (Голеницкий, 1998) с магнитудой (M) более 4, в том числе 1950 (M=10), 1958 (M=5), 1981 (M=5), 1995 (M=5.9), 2008 (M=6.3), а событий с меньшими энергиями выделения насчитывается около 3000 событий (рисунок 17) [3].

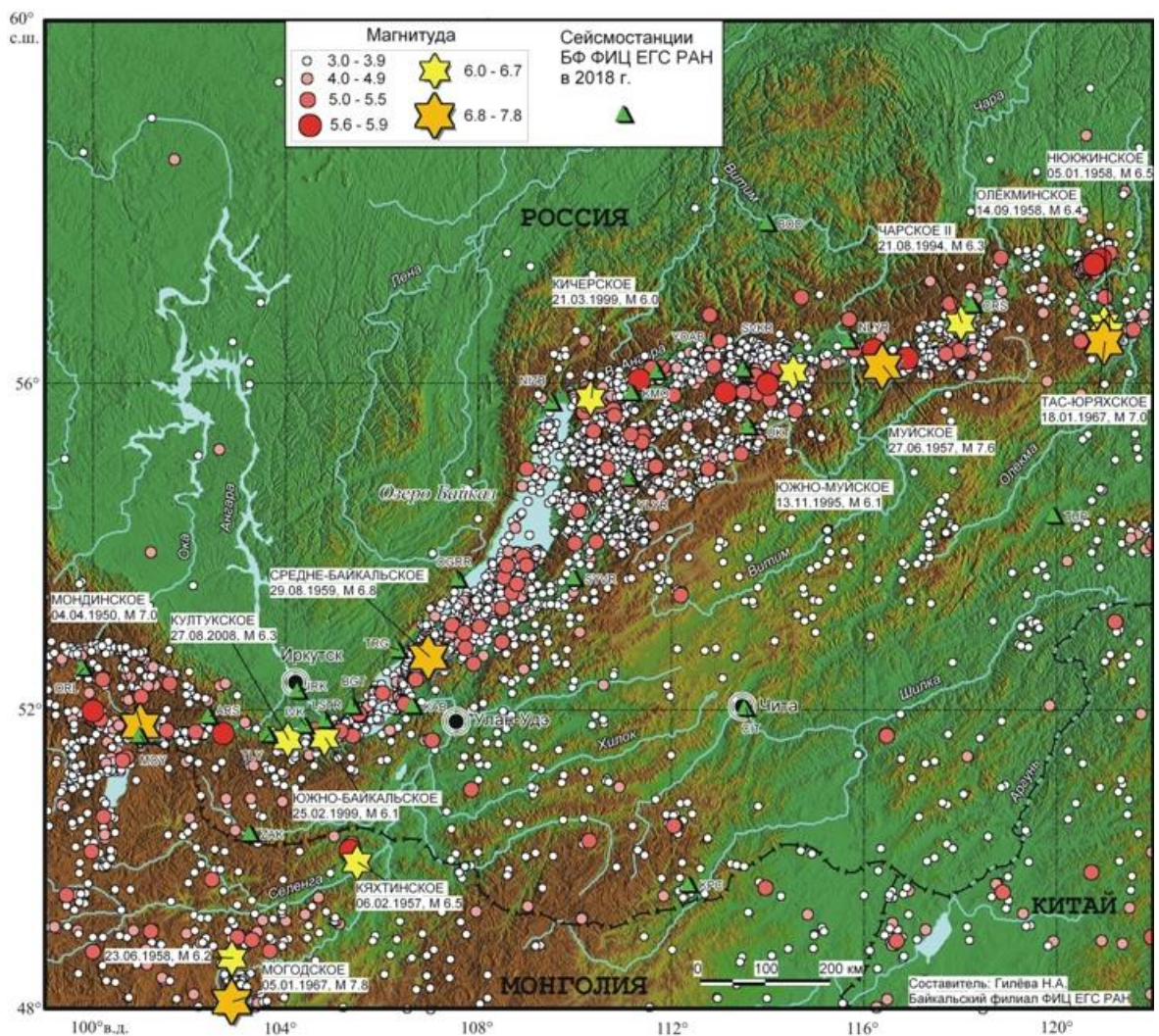


Рисунок 17 – Карта эпицентров землетрясений с $M \geq 3$ на территории Прибайкалья и Забайкалья в период 1950-2018 гг.[3]

Также по данным основного каталога событий Единой геофизической службы Российской академии наук в период с 1994 по 2019 год произошли землетрясения с магнитудой более 5 в 1994, 1995, 1999, 2003, 2005, 2007, 2008, 2009, 2011, 2014, 2015. Причем количество землетрясений и место эпицентра из года в год не одинаково (таблица 3.3) [3].

Таблица 3.3 – Список эпицентров землетрясения за период 1994-2018 гг. $M \geq 5$

Дата	Время	Широта	Долгота	К
1994-04-26	18-59-27.8	56.72	118.04	14.5
1994-08-21	15-56-00.4	56.7	118.03	15.5
1995-06-29	23-02-27.2	51.71	102.7	14
1995-11-13	8-43-15.4	56.13	114.55	15.1
1999-02-25	18-58-29.9	51.64	104.82	14.6

Продолжение таблицы 3.3

1999-03-21	16-16-03.1	55.83	110.34	14.5
1999-03-21	16-17-04.2	55.85	110.26	14.2
2003-09-16	11:24:54.4	56.05	111.34	14.3
2005-11-10	19:29:54.3	57.37	120.77	15.7
2005-12-11	15:54:13.4	57.43	120.90	14.8
2007-07-04	01:23:23.9	55.45	110.39	14.2
2008-05-20	20:42:43.4	53.30	108.49	14.3
2008-08-27	01:35:31.4	51.62	104.06	15.9
2009-01-26	21:30:37.4	57.40	120.78	14.2
2011-03-16	17:12:36.2	56.63	121.59	14.2
2011-07-16	18:38:52.0	52.88	108.49	14.5
2014-05-23	19:42:27.6	56.07	113.88	14.3
2015-09-02	19:46:51.8	56.75	115.69	14.0

Примечание: К – энергетический класс землетрясения определяемый по формуле $K=8+1.1M$, если $K>14$ [3]

Помимо землетрясений природного происхождения известны и сейсмические события антропогенного происхождения. В июле 1982 г. был проведен подземный ядерный взрыв названный «Рифт 3» мощностью 8.5 кт ТЭ в долине р. Обусы на территории Осинского района в Иркутской области в скважине на глубине 860 м. Скважина была пройдена вблизи узла сочленения двух тектонических разломов, что являлось нарушением требований безопасности при выборе места проведения взрыва. Поэтому взрыв сопровождался разрывом геологической сплошности и прорывом в горизонты питьевых вод сильно минерализованных глубинных вод [36].

Также известны группирующиеся сейсмические события называемые роем землетрясений, характеризующиеся мелкофокусностью толчков, слабо меняющимися в течение определенного срока частотой и магнитудой. Известен рой землетрясений произошедших в 1967 г. получивший название – Куморский рой. В 1969 случился Уакитски рой землетрясений, в 1979 – Ангараканский рой [50].

Чтобы связать полученные данные по содержанию ртути в годичных кольцах с известными землетрясениями и тектоникой региона построен график, изображенный на рисунке 18.

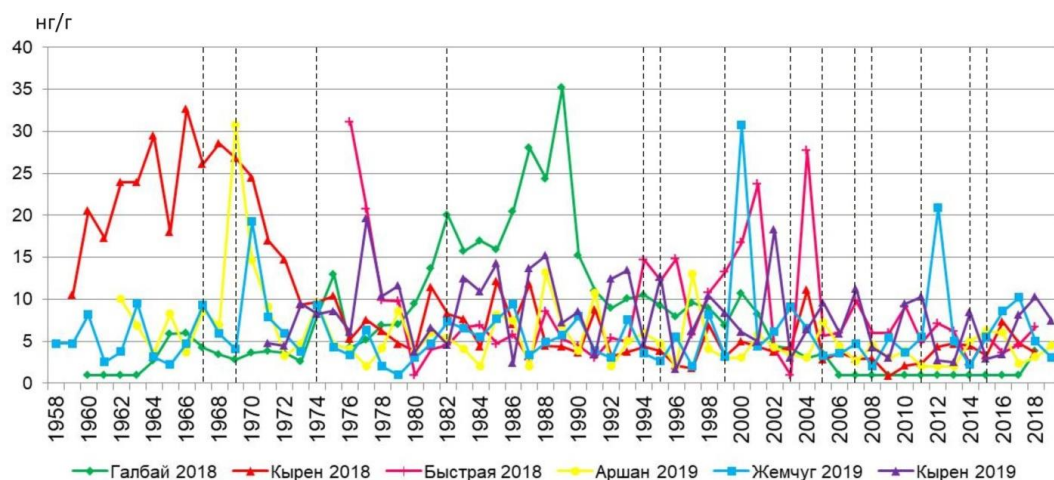


Рисунок 18 – Динамика изменения содержания Hg в годичных кольцах тополя (*Populus suaveolens* Fisch.) по годам в сравнении с датами известных землетрясений. Условные обозначения: пунктир – год в котором было отмечено землетрясение

В некоторых случаях максимальная эмиссия Hg, судя по графикам её поступления в годичные кольца, наблюдается непосредственно в год землетрясения (Аршан 1969; Кырен-2019 1995, 2014) но, чаще всего, максимальное поступление наблюдается до и (или) после землетрясения (Кырен-2018 1966; Жемчуг 1970, 2000; Быстрая 2004).

Также можно выделить интервалы длительностью 3-18 лет, когда концентрации ртути превышали среднее для выборки значение (для населенного пункта Кырен – 1959-1975; Галбай – 1979-1997, Быстрая – 1994-1996). Такие периоды повышенных значений также могут быть предвестниками готовящегося землетрясения.

Полученный материал показывает, что не все землетрясения сопровождаются ртутными аномалиями в древесине тополей. По-видимому, при движениях блоков земной коры, вызывающих землетрясения, не всегда возникают сквозные структуры, благоприятные для эмиссии ртути и других флюидов в верхние горизонты земной коры. Можно предположить, что они чаще возникают при землетрясениях, эпицентры которых приурочены к крупным разломам и их пересечениям.

Глава 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Данная выпускная работа проведена с целью выявления уровней накопления ртути в годичных кольцах деревьев и связывание их с проявлением землетрясений и с разломно-блоковым строением земной коры в Тункинской впадине. Для достижения цели проанализировано 814 проб древесины тополя.

Результаты работы могут быть использованы при реконструкции параметров окружающей среды за длительные периоды в прошлом и проведении экологического мониторинга территории. Потенциальными пользователями могут быть центральные и местные органы государственной власти и управления, а также отраслевые органы государственного управления.

В данной главе выпускной работы рассмотрена коммерческая привлекательность проводимого исследования, определяемая превышением технических параметров над предыдущими разработками, оценен коммерческий потенциал и перспективность проведения исследований, проведено планирование необходимых работ, определены ресурсная, финансовая, бюджетная, социальная и экономическая составляющие эффективности исследования.

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Для исследования внутренней и внешней среды исследовательского проекта используется комплексный анализ SWOT (Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы)). Первым этапом анализа является описание сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут проявиться в его внешней среде. К сильным сторонам относят факторы, характеризующие

конкурентоспособную сторону проекта. К слабым сторонам относят недостатки, упущения или ограниченность проекта.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

В рамках данного этапа построена интерактивная матрица (таблица 4.1.1).

Таблица 4.1.1 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	+	-	-
	B2	-	+	+	-	-
	B3	-	0	-	+	-
	B4	+	-	-	-	-
	B5	+	+	+	+	-
Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	+	-	0	0	-
	У2	-	-	0	0	0
	У3	-	+	+	+	+
	У4	0	+	+	0	0
	У5	-	+	+	+	-
Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	+	-	-	+
	B2	+	+	0	0	+
	B3	-	-	-	-	-
	B4	-	-	-	-	0
	B5	0	+	0	0	+
Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	+	+	-	-
	У2	-	-	0	0	+
	У3	+	+	+	0	0
	У4	-	-	-	-	-
	У5	-	-	-	-	+

Анализ интерактивной таблицы представляется в форме записи сильно коррелирующих сильных сторон и возможностей, слабых сторон и возможностей, сильных сторон и угроз, слабых сторон и угроз. Несколько возможностей могут коррелировать с одними и теми же сильными

сторонами, что говорит об их единой природе. В рамках третьего этапа составлена итоговая матрица SWOT (таблица 4.1.2).

Таблица 4.1.2 – Итоговая матрица SWOT

	Сильные стороны исследовательского проекта: С1. Отсутствие подобного исследования на данной территории С2. Наличие опыта в проведении подобных исследований С3. Наличие необходимого оборудования С4. Низкая стоимость расходных материалов С5. Отсутствие негативного воздействия на окружающую среду	Слабые стороны исследовательского проекта: Сл.1 Низкая встречаемость выбранного вида деревьев на территории Сл2. Ограниченное количество материала для проведения анализа Сл3. Длительный период пробоподготовки Сл4. Высокий риск получения травм при измельчении проб канцелярским ножом Сл5. Необходимость обработки большого массива информации
Возможности В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2. Отработка и усовершенствование существующей методики исследований В3. Повышение стоимости конкурентных исследований В4. Появление дополнительного спроса на новые исследования В5. Использование результатов в работах студентов и преподавателей ТПУ	В1В5С1С2С3 Отсутствие подобных исследований на данной территории, наличие опыта и необходимого оборудования позволяют эффективно использовать инновационную инфраструктуру ТПУ и результаты исследований в работах ученых ТПУ	В1В2Сл2Сл5 Ограниченное количество исследуемого материала могут незначительно препятствовать использованию инфраструктуры ТПУ и отработке существующей методики

Продолжение таблицы 4.1.2

<p>Угрозы У1. Непредсказуемые погодные условия при полевом отборе проб У2. Отсутствие спроса на результаты исследований У3. Развитая конкуренция методов анализа У4. Внешняя поверка используемого оборудования У5. Несвоевременное финансовое обеспечение проводимого исследования</p>	<p>УЗУ5С2СЗ Наличие опыта и необходимого оборудования могут помочь при несвоевременном финансировании, но не позволят избежать конкуренции методов анализа</p>	<p>У1У3Сл1Сл5 Существующие угрозы незначительно усиливают слабые стороны</p>
---	--	--

4.2 Проведение исследовательских работ

Для проводимого исследования определена структура работ, включающая подготовительный, полевой и камеральный этапы работ. Для каждого вида работ определен исполнитель из числа участников рабочей группы, в которую входят научный руководитель и инженер (выпускник). Графиком проведения текущих исследований определены сроки и продолжительность выполнения работ.

Перечень этапов и работ в рамках проводимого исследования с распределением исполнителей по видам работ приведены в таблице 4.2.1.

Таблица 4.2.1 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждения технического задания и маршрута работ	Научный руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	2	Проведение теоретических исследований, выбор метода анализа	Научный руководитель, инженер
	3	Полевой отбор проб	Инженер

Продолжение таблицы 4.2.1

	4	Проведение анализа проб на содержание ртути	Инженер
	5	Сопоставление результатов анализа с теоретическими исследованиями	Инженер
Обобщение и оценка результатов	6	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель
	7	Определение целесообразности проведения ОКР	Научный руководитель
Оформление отчета по НИР	8	Составление пояснительной записки, построение графиков и таблиц	Инженер

4.2.1 Разработка графика проведения исследования

Для планирования, управления и своевременного выполнения задач существует специальный инструмент – Диаграмма Ганта, который представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Продолжительность выполнения работ в календарных днях (T_{ki}) рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (1)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (2)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения по каждой работе округляются до целого числа.

Срок начала выполнения выпускной работы - август 2019 года, этот год используется для определения продолжительности работ. Количество календарных дней в 2019 году равно 365. Сумма выходных и праздничных дней составила 118 дней. Таким образом, коэффициент календарности составил 1,5. График проведения исследовательских работ представлен в таблице 4.2.2.

Таблица 4.2.2 – Календарный план-график проведения работы

№ работ	Вид работ	Исполнитель	Т _к кал. дн.	Продолжительность выполнения работ														
				2019			2020											
				август			январь			февраль			март					
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	Техническое задание	Науч. руководитель	7	///														
2	Теоретическое исследование	Научный руководитель, инженер	7	///	■													
3	Полевой отбор проб	Инженер	10		■													
4	Проведение анализа	Инженер	50				■	■	■	■	■							
5	Сопоставление результатов	Инженер	10								■	■						
6	Обобщение и оценка результатов	Научный руководитель	10									///	///					
7	Определение целесообразности проведения ОКР	Научный руководитель	7										///	///	///			
8	Оформление отчета	Инженер	17													■	■	■

Условные обозначения:



- научный руководитель



- инженер

Общее количество календарных рабочих дней научного руководителя составляет 31 день, инженера – 94.

4.3 Бюджет научно-технических исследований (НТИ)

4.3.1 Расчет материальных затрат

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при проведении исследований. Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1+k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхи}, \quad (3)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении исследования;

$N_{расхи}$ – Количество материальных ресурсов i -го вида, потребляемых при выполнении исследования;

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./м и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты, необходимые для данного исследования представлены в таблице 4.3.1. Значения цен на материальные ресурсы установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах производителей в Интернете. Величина транспортных расходов принята за 15 %.

Таблица 4.3.1 – Материальные затраты

Наименование	Ед.изм.	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты (Z_m), руб.
Блокнот	шт	1	53,4	61,4
Ручка	шт	2	24,9	57,3
Вата	Пачка(50 гр)	2	28,0	64,4
Клейкая лента	шт	1	16,7	19,2
Шлифовальная бумага	лист	3	15,0	51,8
Канцелярский нож	шт	1	49,4	56,8
Zip-пакеты	Пачка(100шт)	4	17,4	80,0

Продолжение таблицы 4.3.1

Маркер перманентный	шт	1	67,9	78,1
Итого				469

4.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование

Оборудование, используемое при выполнении исследования, имеется на базе лаборатории Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» в Томском политехническом университете. Его стоимость учитывается в виде амортизационных отчислений, которые зависят от первоначальной стоимости объекта и срока его полезного использования в годах (таблица 4.3.2).

Таблица 4.3.2 – Расчет бюджета затрат на приобретение специального оборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во ед. оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Норма амортизации, %	Период использования оборудования, дни	Амортизационные отчисления, руб.
1	Анализатор «РА 915 М»	1	1152000	14	50	22093
2	Пиролитическая приставка	1	252000	14	50	4833
Итого						26926

Анализатор ртути и пиролитическая приставка являются оборудованием для измерения и относятся к четвертой амортизационной группе основных средств со сроком полезного использования 7 лет. Используя линейный метод начисления амортизации, получаем норму амортизации 14%.

4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В выполнении работ по данной теме участвуют научный руководитель и инженер (выпускник). Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и

действующей системы должностных окладов. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20% от оклада.

Расчет основной заработной платы сведен в таблице 4.3.3. Статья расходов включает основную и дополнительную заработную плату работников. Основная заработная плата зависит от среднедневной заработной платы работника и продолжительности работ.

Таблица 4.3.3 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	k_t	$Z_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб	$Z_{дн}$, руб	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб
Руководитель	2,0 2	35000	0, 3	0, 2	1, 3	48700	1840	31	57040
Инженер	1,0 0	15000	0, 3	0, 2	1, 3	19500	735	94	69090
Итого									126130

Основная заработная плата рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (4)$$

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

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (15% от $Z_{осн}$).

Основная заработная плата от организации рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (5)$$

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

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб;

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (6)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн.

Размер оклада работников определяются в соответствии с квалификационными уровнями доцента (руководитель) и ассистента (инженер-выпускник) согласно приказу «Об утверждении профессиональных квалификационных групп должностей работников высшего и дополнительного профессионального образования». Оклад руководителя принят 35000 руб., инженера – 15 000 руб. Месячный должностной оклад работника определяется по формуле:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (7)$$

где $Z_{тс}$ – размер оклада, руб;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{тс}$);

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляющий 20% от $Z_{тс}$;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

4.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Дополнительная заработная плата предусмотрена при отклонении от нормальных условий оплаты труда или обеспечении гарантий и компенсаций. Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (8)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы, принятый равным 0,12.

Таким образом, основная заработная плата руководителя составляет 63885 руб, инженера – 77381 руб.

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам государственного социального страхования, пенсионного фонда и медицинского страхования от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} (З_{осн} + З_{доп}), \quad (9)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды

На 2019 г. размер страховых взносов равен 30% согласно Федеральному закону от 24.07.2019 №212-ФЗ.

Отчисления во внебюджетные фонды представлено в таблице 4.3.4.

Таблица 4.3.4 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	57040	6845
Инженер (студент)	69090	8291
Коэффициент отчислений во внебюджетный фонды	30%	
Итого		42380

Научные командировки в ходе исследований не осуществлялись. Контрагентные расходы предусмотрены не были.

4.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы, учитывающие прочие затраты организации не попавшие в предыдущие статьи расходов определяются по следующей формуле:

$$З_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{нр}, \quad (10)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы принятый 16%.

Накладные расходы составили 58034 руб.

4.3.6 Формирование бюджета затрат НИП

Величина затрат проведенной исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Бюджет затрат представлен в таблице 4.3.5.

Таблица 4.3.5 – Расчет бюджета затрат НИП

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НИП	469

Продолжение таблицы 4.3.5

2. Затраты на специальное оборудование для научных работ	26926
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	126130
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	15136
5. Отчисления во внебюджетные фонды	42380
6. Затраты на научные и производственные командировки	-
7. Контрагентные расходы	-
8. Накладные расходы	58034
9. Бюджет затрат НТИ	269075

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

Эффективность определяется на основе расчета интегрального показателя эффективности исследования, который определяется на основе финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Исследованием аналогом выбрано исследование химического элементного состава годичных колец деревьев, для оценки изменения состояния окружающей среды территории, методами инструментального нейтронно-активационного анализа и масс-спектрометрии с индуктивно-связной плазмой. Применяемые методы дороже используемых в текущем исследовании, в связи с этим сметная стоимость аналоговых работ составляет 554051 руб.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{финр}^{испi} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (11)$$

где $I_{финр}^{испi}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

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

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

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки равна 0,49, отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (12)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 4.3.6.

Таблица 4.3.6 – Сравнительная оценка характеристик варианта исполнения проекта и проекта аналога

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущее исследование	Исследование- аналог
1. Способствует росту производительности и труда пользователя	0,15	4	4
2. Безопасность	0,20	5	5
3. Ресурсосбережение	0,25	5	3
4. Надежность	0,25	4	3
5. Материалоемкость	0,15	5	3
ИТОГО	1	23	18

$$I_{p-т.ис.} = 4*0,15+5*0,2+5*0,25+4*0,25+5*0,15= 4,6;$$

$$I_{p-а.ис.} = 4*0,15+5*0,2+3*0,25+3*0,25+3*0,15 = 3,55.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{m.ис.} = \frac{I_{p-m.ис.}}{I_{финр.}^{m.ис.}}, I_{a.ис.} = \frac{I_{p-a.ис.}}{I_{финр.}^{a.ис.}}, \quad (13)$$

Определение сравнительной эффективности проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант позволяет сравнение интегрального показателя эффективности по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{m.ис.}}{I_{a.ис.}}, \quad (14)$$

Результат определения сравнительной эффективности представлен в таблице 4.3.7.

Таблица 4.3.7 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущее исследование	Исследование аналог
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,49	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,6	3,55
3	Интегральный показатель эффективности	9,4	3,55
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	2,66	0,38

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволило понять и выбрать более эффективный вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Из таблицы 4.3.7 видно, что разработка текущего исследования более эффективна, чем разработка исследования-аналога.

Выводы по разделу

В ходе разработки данного раздела был оценен коммерческий потенциал и перспективность проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, исследованы внутренняя и внешняя среда проекта, определена этапность и продолжительность работ, рассчитан бюджет научно-технического исследования и уровень трудозатрат. Общий бюджет исследования составил 269075 руб. По результатам расчета интегрального показателя эффективности проводимого исследования текущая работа является эффективной.

Глава 5 Социальная ответственность

Данная выпускная работа имеет целью выявление уровней накопления ртути в годичных кольцах деревьев и связывание их с проявлением землетрясений и с разломно-блоковым строением земной коры в Тункинской впадине. Для достижения цели проанализировано 814 проб древесины тополя.

Исследуемая территория расположена в пределах республики Бурятия (большая часть) и Иркутской области, является системой межгорных понижений в горах Восточного Саяна. Территория относится к районам с высокой геодинамической активностью, что делает актуальным изучение явлений сопутствующих землетрясениям, например «ртутного дыхания» и влияние данных явлений на биоту.

Результаты работы могут быть использованы при реконструкции параметров окружающей среды за длительные периоды в прошлом и проведении экологического мониторинга территории. Потенциальными пользователями могут быть центральные и местные органы государственной власти и управления, а также отраслевые органы государственного управления.

В данной главе выпускной работы рассмотрены требования к процессам отбора и лабораторного анализа проб и оформления результатов законодательства в сфере социальных, правовых и экологических вопросов, а также вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности. Также были проанализированы объекты исследований (керы тополя), устройства, рабочие места на предмет основных техносферных опасностей и вредностей, оценена степень воздействия их на человека, общество и природную среду, предложены методы минимизации этих воздействий и защиты от них.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Государственные гарантии трудовых прав и свобод граждан, вопросы создания благоприятных условий труда, защиты прав и интересов

работников и работодателей установлены Трудовым кодексом Российской Федерации №197-ФЗ от 30.12.2001 [65]. Согласно статье 37 Конституции РФ, каждый гражданин имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены, на вознаграждение за труд без дискриминации и не ниже установленного федеральным законом минимального размера оплаты труда, а также право на защиту от безработицы.

Подготовка выпускной квалификационной работы включала полевой этап исследования местности и отбора проб и лабораторный этап, состоящий из подготовки проб древесины тополя к лабораторному анализу на определения содержания в них ртути. Пробоподготовка и анализ проводилась в лабораториях МИНОЦ «Урановая геология» Томского политехнического университета. Концентрации ртути определялись на анализаторе РА915+ с приставкой «ПИРО-915+» методом атомной абсорбции. На камеральном этапе работ осуществлялась обработка результатов анализов проб, их систематизация; расчет статистических параметров; оформление итоговых данных в виде таблиц, диаграмм, графиков, рисунков, а также набор текста на персональном компьютере (ПЭВМ).

Полевой отбор проб, подготовительные и аналитические работы должны проводиться в соответствии с существующими инструкциями по охране труда, например МР 2.2.8.0017-10 и методическим рекомендациям по проведению полевых и лабораторных исследований [38.42]. Режим труда и отдыха, работающих на открытой местности в теплый период года установлены методическими рекомендациями МР 2.2.8.0017-10 [41].

Пробы отбираются строго в пределах выбранной пробной площади с помощью специализированного оборудования. Лаборант при проведении анализа обеспечивается средствами индивидуальной защиты в соответствии с действующими отраслевыми нормами. Все помещения лаборатории должны соответствовать требованиям пожарной и электробезопасности.

Рабочее место расположено в учебной аудитории 541 на пятом этаже здания (20 корпус ТПУ, Ленина 2/5), имеет искусственные источники освещения. В аудитории имеется 12 персональных компьютеров. Площадь на одно рабочее место соответствует требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 к помещениям для работы ПЭВМ и составляет не менее 4,5 м². Второе рабочее место расположено в аудитории 531 на пятом этаже здания, имеет искусственное освещение, площадь на одно рабочее место также оставляет не менее 4,5 м².

Большая часть работ выполнялась сидя. Эргономические требования по организации рабочего места при выполнении работ сидя изложены в системе стандартов безопасности труда ГОСТ 12.2.032-78. Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов согласно стандарту должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы.

Во избежание влияния на здоровье человека вредных факторов производственной среды при работе с персональной электро-вычислительной машиной СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 установлены следующие требования: оконные проемы должны быть оборудованы регулируемыми устройствами (жалюзи, занавеси, внешние козырьки и др.); влажная уборка проводится ежедневно, систематическое проветривание – после каждого часа работы на ЭВМ; рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева; искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения; расстояние между рабочими столами с видеомониторами должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов - не менее 1,2 м; Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм; конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности

используемого оборудования; рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки [55].

5.2 Производственная безопасность

Перечень опасных и вредных факторов, характерных для лабораторных исследований представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.2.1 – Перечень опасных и вредных факторов при проведении лабораторных исследований

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Отбор проб	Лабораторный анализ	Обработка информации	
1. Отклонение показателей микроклимата	-	+	+	СанПиН 2.2.4.548-96
2. Превышение уровня шума	+	+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ СН 2.2.4/2.1.8.562-96
3. Недостаточная освещенность рабочей зоны	-	+	+	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03
4. Нервно-психические перегрузки	+	+	+	ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ
5. Электрический ток	-	+	+	ГОСТ 12.1.019-2017

5.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Отклонение показателей микроклимата, к которым относятся согласно СанПиН 2.2.4.548-96 температура и скорость движения воздуха, температура поверхностей, относительная влажность воздуха и интенсивность теплового облучения, возможно по причине работы ЭВМ и ртутного анализатора с пиролитической приставкой в учебной лаборатории. Процесс работы, которых приводит к повышению температуры воздуха в

помещении и понижению влажности. Воздействие на организм человека заключается в изменении оптимального теплового и функционального состояния, приводящие к ощущению теплового дискомфорта и отклонениям в состоянии здоровья. Оптимальные условия микроклимата обеспечивают высокий уровень работоспособности. Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений для категории работ Ia производимых сидя и сопровождающихся незначительным физическим напряжением представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2.2 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений по СанПиН 2.2.4.548-96[56]

Период года	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Оптимальная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			Для диапазона на температуру ниже оптимальных величин, не более	Для диапазона на температуру воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0	15-75	0,1	0,1
Теплый	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0	15-75	0,1	0,2

Превышение уровня шума обусловлено работой вентиляторов ПЭВМ и ртутного анализатора, охлаждающих системы. Повышенный шум на рабочем месте оказывает вредное влияние на организм в целом, вызывая неблагоприятные изменения в органах и системах человека. Также шум на рабочем месте оказывает раздражающее влияние, повышает утомляемость, а при выполнении задач, требующих внимания и сосредоточенности, способен привести к росту ошибок и увеличению продолжительности выполнения задания. Принципы обеспечения безопасности и сохранения здоровья при

воздействию шума изложены в системе стандартов ГОСТ 12.1.003-2014, требования к уровню шума при трудовой деятельности согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 представлены в таблице 5.2.3.

Таблица 5.2.3 – Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука по СН 2.2.4/2.1.8.562-96[62]

Вид трудовой деятельности	Максимальный допустимый уровень шума (дБ), в полосах следующих октав (Гц)									Эквивалентные уровни шума, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Научная работа, расчеты, конструирование	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Недостаточная освещенность рабочей зоны связана с отклонениями в работе искусственных источников освещения или их недостаточным количеством. При недостаточном освещении происходит перенапряжение зрительных анализаторов, появляется повышенная утомляемость, ухудшается настроение, ослабляется внимание, что сказывается на эффективности работы. Чрезмерно яркое освещение вызывает ослепление, раздражение и резь в глазах. Требования к естественному и искусственному освещению установлены сводом правил СП 52.13330.2016. Согласно которому для общего и местного освещения помещений следует использовать источники света с цветовой температурой от 2400 до 6800 К. Интенсивность ультрафиолетового излучения в диапазоне длин волн 320-400 нм не должна превышать 0,03 Вт /м. Наличие в спектре излучения длин волн менее 320 нм не допускается. Не допускается применение для освещения ламп накаливания общего назначения мощностью 100 Вт и более.

Зрительная работа при выполнении выпускной работы может быть отнесена к работам средней точности (разряд В) с относительной продолжительностью зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность не менее 70%, для которой СП 52.13330.2016

установлены следующие требования освещенности: освещенность на рабочей поверхности 150 лк от общего освещения [63].

Нервно-психические перегрузки согласно ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ включают умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки. Перенапряжение вызвано информационной нагрузкой.

Монотонность работы характерна для этапа пробоподготовки древесного керна, который отличается крайне кропотливой и длительной работой, требующей повторения однообразных действий. Это приводит к субъективным ощущениям падения интереса к выполняемой работе, скуке, апатии, невнимательности, сонливости, искаженному чувству времени. Основными последствиями монотонного труда являются: снижение работоспособности и производительности труда; ухудшение качества продукции; производственный травматизм; повышенная заболеваемость; снижение творческой инициативы работающих.

Электрический ток, источником которого при проведении исследований являются электрические установки, к которым относится оборудование ПЭВМ, способен оказывать негативное воздействие. Согласно ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ опасное и вредное воздействия на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляются в виде электротравм и заболеваний, включая производственно-обусловленные заболевания. Предельно допустимые значения напряжения прикосновения и токов, протекающих через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, установлены стандартом ГОСТ 12.1.038-82 и не должны превышать 2В и 0,3 мА соответственно, для переменного рода тока в 50 Гц.

5.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя.

Большую часть времени занял этап обработки результатов с помощью ПЭВМ, которая может являться одним из основных источников опасных и

вредных факторов. Требования к ПЭВМ и помещению, где они размещаются, изложены в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Таким образом, концентрации вредных веществ, выделяемых ПЭВМ в воздух помещений, не должны превышать предельно допустимых концентраций (ПДК), установленных для атмосферного воздуха. Мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана и корпуса не должна превышать 1 мкЗв/час (100 мкР/час) [55].

Конструкция ПЭВМ должна обеспечивать возможность поворота корпуса в горизонтальной и вертикальной плоскости с фиксацией в заданном положении. Дизайн ПЭВМ должен предусматривать окраску корпуса в спокойные мягкие тона с диффузным рассеиванием света.

Шумящее оборудование (печатающие устройства, серверы и т.п.), уровни шума которого превышают нормативные, должно размещаться вне помещений с ПЭВМ.

Реальное положение на рабочем месте соответствует предъявляемым к оборудованию требованиям и не требует мероприятий по устранению несоответствий. К мероприятиям по снижению уровня воздействия опасных и вредных факторов на прямую не связанных с ПЭВМ относят: в целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата - использование защитных мероприятий, таких как системы местного кондиционирования воздуха, проветривание помещения, регламентация времени работы, в частности, перерывы в работе. Для обеспечения оптимальных условий освещенности в помещениях следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год, вовремя заменять вышедшие из строя искусственные источники освещения.

Для того чтобы избежать нервно-психических перегрузок согласно МР необходимо при пятидневной рабочей неделе и 8-ми часовом рабочем дне продолжительность обеденного перерыва составляет 30 мин, а регламентированные перерывы рекомендуется устанавливать через 2 ч от начала рабочей смены и через 2 ч после обеденного перерыва

продолжительностью 5-7 мин каждый. Во время регламентированных перерывов с целью снижения нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного и других анализаторов целесообразно выполнять комплексы физических упражнений, включая упражнения для глаз, в первой половине смены, а в конце рабочего дня показана психологическая разгрузка в специально оборудованных помещениях

Для контроля предельно допустимых значений напряжений прикосновения и токов и чтобы избежать несчастных случаев измеряют напряжения и токи в местах, где может произойти замыкание электрической цепи через тело человека.

5.3 Экологическая безопасность

В ходе выполнения исследований и оформления выпускной работы оказано минимальное воздействие на окружающую среду. При нарушении технологии отбора древесных кернов возможно излишнее повреждение ствола при повторном отборе, повреждение веток, попадание вредоносных микроорганизмов в ствол.

Во время лабораторных исследований и оформления результатов образуются отходы V класса опасности (практически неопасные) к которым относится бумага, картон и мусор от уборки помещений. Эти материалы, как правило, не несут никакой опасности или угрозы жизни человека, на данный вид отходов паспорт не выдается. Утилизация таких отходов осуществляется с объекта исследований при помощи обслуживающего персонала, а далее - городских служб попадают на общегородские свалки, откуда в дальнейшем могут поступить на переработку.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

На полевом этапе работ необходимо соблюдать правила дорожного движения, правила пожарной безопасности в лесах, правила санитарной безопасности в лесах.

Основные положения и требования к организации и проведению работ по защите жизни и здоровья населения в условиях чрезвычайных

ситуаций установлены стандартом ГОСТ Р 22.3.03-94. На этапе лабораторных исследований наиболее вероятной причиной возникновения ЧС является пожар. Федеральным законом от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ утвержден «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Согласно которого помещения, здания и сооружения, в которых предусмотрена система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, оборудуются автоматическими установками пожарной сигнализации и пожаротушения в соответствии с уровнем пожарной опасности помещений. Автоматические установки пожарной сигнализации, пожаротушения должны быть оборудованы источниками бесперебойного электропитания [24].

Способы защиты людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара изложены в статье 52 Федерального закона №123-ФЗ и в условиях лабораторных исследований включают: применение объемно-планировочных решений и средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара за пределы очага; устройство эвакуационных путей, удовлетворяющих требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре; устройство систем обнаружения пожара, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре; применение систем коллективной защиты и средств индивидуальной защиты людей; применение основных строительных конструкций с пределами огнестойкости и классами пожарной опасности, соответствующими требуемым; применение огнезащитных составов (в том числе антипиренов и огнезащитных красок) и строительных материалов (облицовок) для повышения пределов огнестойкости строительных конструкций; применение первичных средств пожаротушения; применение автоматических или автономных установок пожаротушения; организация деятельности подразделений пожарной охраны.

Порядок действий в результате возникновения ЧС для лица обнаружившего пожар или его признаки: немедленно сообщить об этом по телефону в пожарную часть (при этом необходимо чётко назвать адрес учреждения, место возникновения пожара, а также сообщить свою

должность и фамилию); приступить самому и привлечь других лиц к эвакуации людей из здания в безопасное место согласно плану эвакуации; известить о пожаре руководителя учреждения или замещающего его работника; принять меры по тушению пожара имеющимися в учреждении средствами пожаротушения.

К первичным средствам пожаротушения в условиях лаборатории относятся ручные огнетушители, ящики с песком и асбестовые и войлочные полотна.

Выводы по разделу

В данном разделе были проанализированы опасные и вредные факторы, которые могут возникнуть при проведении исследования древесных кернов тополя на содержание ртути в годичных кольцах, а также предложены мероприятия по защите от данных факторов в соответствии с требованиями действующей нормативно-технической документацией.

Полученные результаты могут быть использованы на предварительной стадии разработки других смежных исследований в будущем и теми, кто впервые будет проводить аналогичные исследования.

Заключение

Тункинская впадина входит в состав юго-западного фланга Байкальской рифтовой зоны. Крупнейшими дизъюнктивными структурами на описываемой площади являются Тункинский и Южно-Тункинский разломы, ограничивающие северный и южный борта одноименной впадины соответственно. Такие крупные современные сейсмоактивные разломы представляют собой открытые системы, где происходит эмиссия эндогенной энергии в форме тепломассопереноса и обмен между атмосферой и поверхностью коры.

Источником ртути для данной территории является миграция по глубинным сейсмогенерирующим разломам паров ртути из подкоровых источников.

Дендрогеохимический метод является одним из способов геохимического мониторинга окружающей среды с использованием годовых колец деревьев. Методом атомно-абсорбционной спектроскопии в ходе работы было исследовано содержание ртути в 814 пробах годовых колец тополя душистого (*Populus suaveolens* Fisch.).

Статистическая обработка полученных данных показала, что локальный фон ртути в древесине тополя для Тункинской впадины составляет 7 нг/г по данным 2019 г. и 6 нг/г по данным 2019 г. Максимальная – зафиксированная концентрация равна 35 нг/г.

Также использование метода по годовым кольцам тополя позволило проследить динамику изменения концентраций ртути в период 1959-2018 гг. и 1958-2019 в Тункинской котловине Байкальской рифтовой зоны.

В результате исследований установлено совпадение пиковых концентраций ртути с датами крупных и средних землетрясений в регионе. Аномальные содержания ртути приурочены к разрывным нарушениям как субширотного, так и северо-западного направления, но наибольшие пики приурочены к узлам пересечения этих разломов.

Полученные данные могут служить основой для анализа пространственно-временных закономерностей распределения ртути на тектонически и сейсмически активных территориях, где на объекты окружающей среды могут оказывать влияние преимущественно природные источники эмиссии ртути.

Список публикаций студента

1. Павлова А.А. Флуктуирующая асимметрия тополя бальзамического как критерий ртутного загрязнения городской среды/ А.А.Павлова, Я.С. Матвиенко, Е.М. Турсуналиева; науч. рук Д.В.Юсупов//Материалы VII (IV) Всероссийской научнопрактической конференции - Природопользование и охрана природы / под. ред. Т.В. Королёвой – Томск: Изд-во «Парус», 2018. – С. 54-56
2. Павлова А.А.. Дендрогеохимия ртути в Тункинской впадине Байкальского рифта / Павлова А.А.; науч. рук. Д.В. Юсупов // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня рождения академика К.И. Сатпаева и профессора К.В.Радугина. – Томск: Изд-во ТПУ, 2019 – Т. 1 – С. 646 – 647.
3. Павлова А.А. Биогеохимическая индикация ртути сейсмоактивных разломов Тункинской впадины по годовым кольцам деревьев/ А.А. Павлова, Е.М. Турсуналиева; науч. рук Д.В.Юсупов // Сборник тезисов всероссийской молодежной геологической конференция памяти В. А. Глебовицкого. – СПб.: Изд-во ВВМ, 2020. – С. 236-239.

Список использованных источников

1. Аржанникова А.В. К вопросу о голоценовом режиме деформаций в районе западного окончания системы Тункинских впадин (юго-западный фланг Байкальской рифтовой зоны) / А.В. Аржанникова, К. Ларрок, С.Г. Аржанников // Геология и геофизика, 2003. – Т.44. – № 4. – С.373-379
2. Архангельская Т.А. Изучение геохимических особенностей годичных колец деревьев из зоны падения Тунгусского метеорита / Т.А. Архангельская // Проблемы геологии и освоения недр: Труды Четвертого Международного науч. симпозиума имени академика М.А. Усова. - Томск, 2000. - С. 457-458.
3. Байкальский филиал геофизической службы СО РАН. Карты эпицентров [сайт]. URL: [ttp://seis-bykl.ru/modules.php?name=Seismo_ce](http://seis-bykl.ru/modules.php?name=Seismo_ce) (дата обращения: 06.01.2020)
4. Башалханова Л.Б. Климатические условия освоения котловин Южной Сибири / Л.Б Башалханова, В.В Буфал, В.И Русанова. – Новосибирск: Изд-во Наука, 1989. – 149 с.
5. Белов А. В. Новая обзорно-справочная карта растительности Байкальского региона / А.В.Белов, Л. П. Соколова. – Геоботаническое картографирование 2015, 2015. – С. 22-41. – URL: https://www.binran.ru/files/journals/GeobotMap/2015/GEO_MAP_Belov_Sokolova_2015.pdf
6. Белоусов, В.М. Физико-географическая характеристика и проблемы экологии юго-западной ветви Байкальской рифтовой зоны: учебное пособие / В.М. Белоусов, И.Ю. Будэ, Я.Б. Радзиминович. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2000. – 160 с.
7. Билич Г. Л., Крыжановский В.А. Биология. Полный курс. В 3-х т. Том 2. Ботаника. - М.: ОНИКС 21 век, 2002. –544 с.
8. Василенко О. В. Особенности формирования климата котловин юго-западного Прибайкалья / О.В.Василенко, Н. Н. Воропай. – Известия

- Российской академии наук. Серия географическая, 2015. – №. 2. – С. 104-111.
9. Василенко О. В. Пространственно-временные особенности температурного режима котловин юго-западного прибайкалья: дис... . канд. геогр. наук: 25.00.23 / Василенко Оксана Валерьевна. – Иркутск, 2017. – 178 с.
 10. Василенко О.В. Изменение температуры воздуха на территории Тункинской котловины. / О.В. Василенко. – Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием «Окружающая среда и устойчивое развитие регионов: новые методы и технологии исследования». – Казань: Изд-во Отечество, 2009. – С. 38-42.
 11. Внутренняя структура континентальных разломных зон: Прикладной аспект/ К.Ж.Семинский, А.С.Гладков, О.В.Лунина [и др.] Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал “Гео”, 2005. – 293 с.
 12. Выркин, В.Б. Общность и различия некоторых черт природы Тункинской ветви котловин / В.Б. Выркин, В.А. Кузьмин, В.А. Снытко. – География и природные ресурсы, 1991. – № 4. – С. 61-68.
 13. Выркин, В.Б. Современное экзогенное рельефообразование котловин байкальского типа / В.Б. Выркин. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 1998. – 175 с.
 14. ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. – М.: Стандартинформ, 2009.
 15. Геохимическая активность разломов Байкальской рифтовой зоны / П.В.Коваль, Ю.Н.Удодов, А.В.Саньков [и др.] Докл. РАН, 2006. – Т. 409. – № 3. – С. 389–393.
 16. Геохимия сейсмоактивных региональных разломов (Байкальская рифтовая зона, Восточная Сибирь)/ Н.В. Вилор, Л.Д. Андрулайтис, О.В. Зарубина, [и др.]. – Геохимия, 2015. – № 1. – С. 64 – 82.
 17. Гидрогеология СССР/ Г.Г Каменский ,М.М. Толстихина, Н.И. Толстихин.. – Госгеолиздат, 1959. –С. 307 – 325.

18. Голенецкий С.И. Сейсмичность района тункинских впадин на юго-западном фланге Байкальского рифта в свете инструментальных наблюдений второй половины XX века / С.И. Голенецкий Геология и геофизика, 1998. – Т. 39, – № 2. – С. 260–270.
19. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
20. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
21. ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
22. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
23. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования
24. ГОСТ Р 22.3.03-94. Безопасность в ЧС. Защита населения. Основные положения
25. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 200000 (отсканированная копия). Листы М-47-VI, М-48-I, М-48-II – Республика Бурятия./ Самбург А. Л. [и др.]. –СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 1965. URL: http://www.geolkarta.ru/lists_all.php?objblast=Республика%20Бурятия (Дата обращения: 07.01.2020)
26. Громадин А.В. Дендрология: учебник для студ. образоват. учреждений сред. проф. образования / А.В. Громадин, Д.Л. Матюхин. — 6-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 368 с.
27. Дендрорадиография как метод ретроспективной оценки радиоэкологической ситуации/ Л.П. Рихванов, Т.А. Архангельская, Ю.Л. Замятина; Томский политехнический университет. – Томск: Дельтаплан, 2015 – 148 с.
28. Иванов, Г.М. Биогеохимия марганца и меди в ландшафтах Тункинского Прибайкалья / Г.М. Иванов. – Новосибирск: Наука, 1978. – 144 с.

- 29.Использование возрастных буров/ Лесное хозяйство приборы и оборудование: [сайт] URL: <http://lesniku.kz/burav-haglof/> (дата обращения: 16.01.2020)
- 30.Климат Бурятской АССР /В.М.Матвеев; под ред. Б.Р. Буянтуева. Акад.наук СССР, Ин-т географии, Улан-Удэ. – Бурятское книжное издательство, 1960. – 186 с.
- 31.Ключевский А. В. Напряжения и сейсмичность на современном этапе эволюции литосферы Байкальской рифтовой зоны /А.В. Ключевский Физика Земли. – 2007. – №. 12. – С. 14-26.
- 32.Книги о лесе и лесоводстве/ Дендрология: [Сайт]. URL:<http://dendrology.ru/books/item/f00/s00/z0000002/st028.shtml> (дата обращения: 13.01.2020)
- 33.Ковалюх Н.Н. Дендрохроноиндикация выбросов радиоуглерода Сибирским химическим комбинатом города Северска / Н.Н. Ковалюх, В.Д. Несветайло, М.Г. Бузынный После холодной войны: разоружение, конверсия и безопасность: материалы II Международной конференции, Красноярск, 12–14 сентября 1994 г. – Красноярск, 1995. – С. 156–162
- 34.Комплексная оценка территории Тункинского национального парка / Материалы БИРП СО РАН. – Улан- Удэ, 1994. – Т. 1, – №8. – 84 с.
- 35.Лунина О.В. Рифтовые впадины Прибайкалья: тектоническое строение и история развития / О.В. Лунина, А.С. Гладков, Н.Н. Неведрова. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2009. – 316 с.
- 36.Медведев В. И. и др. Радиационное воздействие подземного ядерного взрыва шифр" Рифт-3" на территорию и население Осинского района Иркутской области //Сибирский экологический журнал. 2005. – Т. 12. – №. 6. – С. 1073-1078.
- 37.Методика М-04-46-2007. Прямое определение содержания ртути в пищевых продуктах, продовольственном сыре, кормах, комбикормах и сырье для их производства. – Санкт-Петербург.: ЛЮМЕКС, 2007. – 2 с.

38. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. – М.: Гидрометеиздат, 1981. – 108 с.
39. Методы дендрохронологии. Часть 1. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации: Учебнометодич. Пособие/ Шиятов С.Г. [и др.]. Красноярск: КрасГУ, 2000. – 80 с.
40. Михеев В.С. Ландшафты юга Восточной Сибири (карта м-ба 1:1 500 000) / В.С. Михеев, В.А. Ряшин. – М.: ГУГК, 1977.
41. МР 2.2.8.0017-10 Режимы труда и отдыха работающих в нагревающем микроклимате в производственном помещении и на открытой местности в теплый период года.
42. МР 2.2.9.2311-07 Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности.
43. Нагорья Прибайкалья и Забайкалья/ Антощенко-Оленев И.В., Базаров Д.Б., Галкин В.И. [и др.] – М.: Наука, 1974. – 359 с.
44. Олюнин, В.Н. Неотектоника и оледенение Восточного Саяна / В.Н. Олюнин. – М.: Наука, 1965. – 128 с.
45. Пальчиков С. Б., Современное оборудование для дендрохронологических исследований / С.Б. Пальчиков, Д.Е. Румянцев, Лесной вестник (Forestry bulletin), 2010. – №. 3. – 5 с.
46. ПНД Ф 12.13.1-03. Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения).
47. Поля напряжений и разломно-блоковое строение байкальских впадин [Электронный ресурс]/ Институт земной коры СО РАН. Лаборатория тектонофизики.– URL: <http://lab.crust.irk.ru/tectonophys/metod/shem3.htm>
48. Почвенная карта республики Бурятия, масштаб 1:2500000/Национальный атлас почв Российской Федерации под общей редакцией члена-корреспондента РАН С.А. Шобы. – М. : Астрель: АСТ, 2011. – С 510-511. карт., илл. URL: <https://soilatlas.ru/respublika-buryatiya>

49. Прибор измерительный для годичных колец LINTAB 6 [электронный ресурс]// Биомед [сайт]. URL:<http://biomed.ru/info/item/156/> (дата обращения: 13.01.2020)
50. Радзиминович Н. А. Глубины очагов землетрясений Байкальского региона: обзор / Н.А. Радзиминович Физика Земли, 2010. – №. 3. – С. 37-51.
51. Разломообразование в литосфере. Зоны растяжения / Шерман С.И., Семинский К.Ж., Борняков С.А. [и др.]. Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1992. – 228 с.
52. Робертус Ю. В. Дендрогеохимическая индикация трансграничных переносов экотоксикантов на территорию Алтая / Ю.В. Робертус, Л. П. Рихванов, Р. В. Любимов // Известия Томского политехнического университета. 2010. – Т. 317. – № 1. – С. 173-177.
53. Ружич, В.В. Новые данные о надвигах в юго-западном фланге Байкальской рифтовой зоны / В.В. Ружич, С.И. Шерман, С.И. Тарасевич; Доклады АН СССР, 1972. – Т. 205. – № 4. – С. 920–924.
54. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий.
55. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы
56. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
57. Сейсмогеология и детальное сейсмическое районирование Прибайкалья. / В.П. Солоненко, В.С. Хромовских, С.И. Голенецкий [и др.] – Новосибирск: Наука, 1981. – 169 с.
58. Семенов Ю.М. География Сибири в начале XXI века: Природа /Ю.М. Семенов, А.В. Белов. – Новосибирск: Изд-во ГЕО, 2015. Т. 2.– 390 с.

59. Сибирская академия деревьев и кустарников САДиК [сайт] URL: http://sadik.tomsk.ru/sites/sadik.tomsk.ru//data/UserFile/Image/Foto%20katalog%202017/Lisvenie_derevyu/Topol/opulus_suaveolens.jpg
60. Сибирь. Атлас Азиатской России/ Роскартография - геогр. основа, 2006; науч. рук. проекта А. П. Деревянко, отв. ред. проекта П. А. Терский; отв. ред. карт Е. Я. Федорова: Феория; Москва : Дизайн. Информация. Картография, 2007. – URL: http://irkipedia.ru/content/sibir_klimat_sibir_atlas_aziatskoj_rossii_2007
61. Силаев А. В. Картографический анализ состояния геосистем с длительной историей хозяйственного освоения на примере Тункинской котловины: дис... . канд. геогр. наук: 25.00.33 / Силаев Антон Владимирович. – Иркутск, 2016. – 165 с.
62. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
63. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
64. Тишин Д.В. Дендрэкология (методика древесно-кольцевого анализа) / Д.В. Тишин. – Казань: Казанский университет, 2011. – 33 с.
65. Тополь/ Большая российская энциклопедия: [сайт]. URL: <https://bigenc.ru/biology/text/4197553> (дата обращения: 13.01.2020)
66. Трудовой кодекс Российской Федерации от 22.07.2008 № 197-ФЗ
67. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»
68. Физико-химические методы исследования и анализа : учебное пособие [электронный ресурс] / Е. И. Короткова [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) — Томск: Изд-во ТПУ, 2011, – 168 с.
69. Флоренсов Н.А. Очерки структурной геоморфологии / Н.А. Флоренсов. – М.: Наука, 1978. – 238 с.

- 70.Флоренсов, Н.А. Байкальская рифтовая зона и некоторые задачи ее изучения / Н.А. Флоренсов // Байкальский рифт. – М.: Наука, 1968. – С.40-56.
- 71.Флоренсов, Н.А. Рельеф и геологическое строение / Н.А. Флоренсов, В.Н. Олюнин // Предбайкалье и Забайкалье. – М.: Наука, 1965. – С. 23-90
- 72.Холбоева, С.А. Степи Тункинской котловины (юго-западное Прибайкалье) / С.А Холбоева, Б.Б Намзалов. – Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2000. – 116 с.
- 73.Хромов, С.П. Метеорологический словарь / С.П. Хромов, Л.И. Мамонтова. – Л: Гидрометеиздат, 1963. – 620 с.
- 74.Черкашина А. А., Структура почвенного покрова тункинской котловины / А.А. Черкашина, В. А. Голубцов География и природные ресурсы, 2016. – №. 3. – С. 130-140.
- 75.Черкашина А.А. почвенный покров тункинской котловины и его агрогенная трансформация: автореф. дис... . канд. геогр. наук: 25.00.23 / Черкашина Анна Андреевна. – Иркутск, 2016. – 24 с.
- 76.Шерман, С.И. Тектоника и вулканизм юго-западной части Байкальской рифтовой зоны / С.И. Шерман, М.Е. Медведев, В.В. Ружич, А.И. [и др.]. Новосибирск: Наука, 1973. – 136 с.
- 77.Щетников, А.А. Структура рельефа и новейшая тектоника Тункинского рифта / А.А. Щетников, Г.Ф. Уфимцев. – М.: Научный мир, 2004. – 160 с.
- 78.Kang H. et al. Characterization of mercury concentration from soils to needle and tree rings of Schrenk spruce (*Picea schrenkiana*) of the middle Tianshan Mountains, northwestern China //Ecological indicators. 2019. – Т. 104. – P. 24-31.
- 79.Maillard F., Girardclos O., Assad M . et al. Dendrochemical assessment of mercury releases from a pond and dredged-sediment landfill impacted by a chlor-alkali plant // Environmental Research. 2016 (148).– P. 122–126
- 80.Navrátil T. et al. The history of mercury pollution near the Spolana chlor-alkali plant (Neratovice, Czech Republic) as recorded by Scots pine tree rings and

- other bioindicators //Science of the Total Environment. 2017. – T. 586. – P. 1182-1192.
81. Peckham M. A., Gustin M. S., Weisberg P. Assessment of the Suitability of Tree Rings as Archives of Global and Regional Atmospheric Mercury Pollution //Environmental science & technology. 2019. 53 (7), – P. 3663–3671
82. Perone A. et al. Oak tree-rings record spatial-temporal pollution trends from different sources in Terni (Central Italy) //Environmental Pollution. 2018. – T. 233. – P. 278-289.
83. Sydney P. Clackett, Trevor J. Porter, Igor Lehnherr 400-Year Record of Atmospheric Mercury from Tree-Rings in Northwestern Canada // Environ. Sci. Technol. 2018. – 52 (17) – P. 9625–9633/