

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование»
 Отделение геологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Эколого-литогеохимическая характеристика района расположения Олонь-Шибирского угольного месторождения, Республика Бурятия

УДК 504:622.333(571.54)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ01	Новолодская Эльвира Владимировна		

Руководитель ВКР

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

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Жорняк Лина Владимировна	к.г.-м.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

По разделу на иностранном языке

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ	Щеголихина Юлия Викторовна	к.ф.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Планируемые результаты обучения по ООП

05.04.06 «Экология и природопользование»

Код компетенции	Наименование компетенции
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке, для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
ОПК(У)-1	Владеть знаниями о философских концепциях естествознания и основах методологии научного познания при изучении различных уровней организации материи, пространства и времени
ОПК(У)-2	Способность применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче географической информации и для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности
ОПК(У)-3	Способность к активному общению в научной, производственной и социально - общественной сферах деятельности
ОПК(У)-4	Способность свободно пользоваться государственным языком Российской Федерации и иностранным языком как средством делового общения
ОПК(У)-5	Способность к активной социальной мобильности
ОПК(У)-6	Владение методами оценки репрезентативного материала, объема выборок при проведении количественных исследований, статистическими методами сравнения полученных данных и определения закономерностей
ОПК(У)-7	Способность использовать углубленные знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, разработке и осуществлении социально значимых проектов и использовать на практике навыки и умения в организации научно - исследовательских и научно - производственных работ, в управлении научным коллективом
ОПК(У)-8	Готовность к самостоятельной научно - исследовательской работе и работе в научном коллективе, способность порождать новые идеи (креативность)
ОПК(У)-9	Готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
ДОПК(У)-1	Способен использовать специальные и новые разделы экологии и геоэкологии и природопользования для решения научно - исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности
ПК(У)-1	Способность формулировать проблемы, задачи и методы научного исследования, получать новые достоверные факты на основе наблюдений, опытов, научного анализа эмпирических данных

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

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование»
 Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) _____ (Дата) Барановская Н.В. (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ01	Новолодской Эльвире Владимировне

Тема работы:

Эколого-литогеохимическая характеристика района расположения Олонь-Шибирского угольного месторождения, Республика Бурятия.

Утверждена приказом директора (дата, номер)	21-44/с от 21.01.2022
---------------------------------------------	-----------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	20.05.2022 г.
------------------------------------------	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Литературные и фондовые материалы, данные по ранее проведенным исследованиям, результаты собственных научных исследований.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной</i></p>	<p>Введение 1. Физико-географическая характеристика Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения. 2. Геоэкологическая характеристика района исследования. 3. Материалы и методы исследования</p>

<i>работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<p>4. Результаты анализа химического состава почв района расположения Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения.</p> <p>5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p> <p>6. Социальная ответственность.</p> <p>Заключение.</p> <p>Список использованной литературы.</p> <p>Приложение I. Influence of coal mining processes on soil cover.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Рыжакина Татьяна Гавриловна
Социальная ответственность	Сечин Андрей Александрович
Раздел на иностранном языке	Щеголихина Юлия Викторовна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	22.01.2022 г.
-------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ01	Новолодская Эльвира Владимировна		

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

Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки – 05.04.06 «Экология и природопользование»

Уровень образования – Магистратура

Отделение геологии

Период выполнения _____ (весенний семестр 2021 /2022 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	20.05.2022 г.
------------------------------------------	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
05.02.2022	Физико-географическая характеристика Олонь-Шибирского месторождения, Республика Бурятия	10
28.02.2022	Геоэкологическая характеристика района исследования	10
13.03.2022	Методы и материалы исследования	20
01.04.2022	Результаты исследования	30
26.04.2022	Финансовый менеджмент	10
06.05.2022	Социальная ответственность	10
11.05.2022	Приложение I. Influence of coal mining processes on soil cover	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ01	Новолодской Эльвиры Владимировны

Школа	ИШПР	Отделение	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Экология и природопользование

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
Эколого-литогеохимическая характеристика района расположения Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения, Республика Бурятия.	Отбор и пробоподготовка проб почв для химических анализов с последующей оценкой содержания химических веществ и интерпретацией полученных результатов.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив разработки проекта с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Планирование и формирование бюджета разработки	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение бюджета научного исследования
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности разработки	Проведение оценки экономической эффективности, ресурсоэффективности и сравнительной эффективности различных вариантов исполнения
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. График проведения и бюджет проекта 4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности разработки	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2022
-------------------------------------------------------------	------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ01	Новолодская Эльвира Владимировна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ01	Новолодской Эльвире Владимировне

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

Тема ВКР:

Эколого-литогеохимическая характеристика района расположения Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения, Республика Бурятия.	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение</p> <p><input type="checkbox"/> Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</p> <p><input type="checkbox"/> Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</p>	<p>Данная выпускная квалификационная работа представлена исследованием, проводившимся с целью изучения химических особенностей состава почвенного покрова на территории района расположения Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения, Республика Бурятия. Результаты данного раздела можно использовать для определения основного перечня элементов-загрязнителей на территории влияния месторождения, а также для оценки рисков для здоровья населения.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <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. 	<ul style="list-style-type: none"> – Конституция РФ; – ФЗ от 28.12.2013 №426 «О специальной оценке условий труда»; – ФЗ от 30.03.1999 №52 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»; – ФЗ от 22.07.2008 №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»; – ФЗ от 10.01.02 №7 «Об охране окружающей среды»; – ФЗ от 04.05.99 №96 «Об охране атмосферного воздуха»; – СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»; – СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и

	<p>обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;</p> <ul style="list-style-type: none"> – ГОСТ 12.1.004-91 «Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования»; – ГОСТ 12.4.009-83 «Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание»
<p>2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>В процессе выполнения исследования на исполнителя работ могут оказывать вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Отклонение параметров микроклимата (температура, скорость и относительная влажность воздуха, интенсивность теплового излучения); – Шум и вибрация; – Напряженность электростатического поля и магнитное поле.
<p>3. Экологическая безопасность:</p>	<p>В процессе выполнения исследования воздействие на окружающую среду минимально - образуются отходы V класса опасности, утилизируемые городскими службами. Выбросы загрязняющих веществ и сбросы сточных вод не осуществляются. Хозяйственно-бытовые воды передаются в ЦСВ по договору водоотведения.</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>При выполнении работ на ПК наиболее возможной ЧС является пожар по причине неисправности состояния проводки и сбоях в функционировании компьютерной техники.</p>

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ01	Новолодская Эльвира Владимировна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа объемом 122 страниц, 25 рисунков, 44 таблиц, 80 источников.

Ключевые слова: почвы, элементный состав, эколого-геохимические показатели, воздействие угольной промышленности, вещественный состав, органический углерод, магнитная восприимчивость.

Объектом исследования являются почвы, отобранные на территории района расположения Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения.

Целью работы является эколого-литогеохимическая оценка состояния почвенного покрова на территории района расположения Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения (Республика Бурятия).

В процессе исследования проводилось изучение элементного состава проб почв района расположения Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения методом инструментального нейтронно-активационного анализа, установлено содержание ртути в почвах атомно-абсорбционным методом и содержание углерода методом газовой хроматографии. Были определены физико-химические характеристики почв, а именно рН, почвенных вытяжек, магнитная восприимчивость.

В результате исследования изучен элементный состав проб почв, выявлены геохимические ассоциации химических элементов, определена степень загрязнения территории, установлены концентрации определенных тяжелых металлов в исследуемом веществе, которые могут быть использованы как индикаторы экологического состояния территории.

Область применения: результаты работы могут быть использованы в экологических службах Министерства природных ресурсов и экологии Республики Бурятия.

Экономическая значимость работы: полученные фактические данные и результаты могут быть использованы заинтересованными организациями и местной администрацией.

Оглавление

Введение.....	12
Глава 1. Физико-географическая характеристика территории исследования	15
1.1 Административно-географическая характеристика района исследования	15
1.2 Климатическая характеристика	16
1.3 Геологическая характеристика	17
1.4 Стратиграфия.....	18
1.5 Угленосность	18
1.6 Характеристика качества углей	19
1.7 Основные типы почв и почвообразующие породы	19
Глава 2. Геоэкологическая характеристика района исследования	21
2.1 Оценка экологического состояния территории	21
2.1.1 Состояние атмосферного воздуха	21
2.1.2 Водохозяйственная обстановка	22
2.1.3 Отходы производства и потребления.....	22
2.1.4 Состояние почвенного покрова на исследуемой территории	23
2.1.5 Медико-демографическая характеристика.....	24
Глава 3. Влияние угольной промышленности на почвенный покров	26
3.1 Механическая деградация почвы.	26
3.2 Химическая деградация почв.....	27
3.3 Деградация биологических свойств почвы	28
3.4 Эрозия почвы.....	29
3.5 Радиоактивное загрязнение почв.....	30
Глава 4. Материалы и методы исследования	34
4.2 Аналитические исследования	36
4.2.1 Определение физико-химических характеристик почвы	36
4.2.2 Определение элементного состава почвы	37
4.2.3 Атомно-абсорбционный анализ.....	38
4.2.4 Методика обработки результатов.....	40
Глава 5. Результаты исследований и их обсуждение.....	42
5.1 Статистический анализ содержаний химических элементов в почвах.....	43
5.2 Статистический анализ содержаний химических элементов в углях и золе углей.....	49
5.3 Расчет эколого-геохимических показателей.....	52
5.4 Исследование элементного состава проб.....	56
5.5 Определение органического углерода проб почв.....	58
Глава 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	62

6.1. Предпроектный анализ	62
6.2 Инициация проекта	68
6.3 Планирование управления научно-техническим проектом.....	70
6.4 Бюджет научного исследования	74
6.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности	81
Глава 7. Социальная ответственность при эколого- литогеохимической характеристике Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения.....	90
7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	91
7.2 Производственная безопасность	94
7.3 Экологическая безопасность.....	101
7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	102
Выводы	105
Приложение I.....	107
8.1 Mechanical soil degradation.	108
8.2 Chemical degradation of soils.....	109
8.3 Degradation of soil biological properties.....	110
8.4 Soil erosion.....	110
8.5 Radioactive contamination of soils	112
8.7 The state of the soil cover in the study area.....	114
Список использованной литературы:.....	116

Введение

Актуальность исследования. Уголь, благодаря своему высокому энергетическому потенциалу, по-прежнему остается одним из основных видов энергетического сырья. В настоящее время отмечается повышенный интерес к изучению экологического состояния объектов окружающей среды районов угледобычи. Так как почва является депонирующей средой для продуктов техногенеза, изучение почвенного покрова в таких исследованиях занимает важное место. Продолжительность пребывания техногенных загрязнителей в почве больше, чем в других компонентах биосферы, в связи с этим загрязнение почв имеет устойчиво-прогрессивный характер. Исходя из этого необходима детальная эколого-литогеохимическая оценка их состояния на территории района расположения каменноугольного месторождения с использованием в комплексе минералого-геохимических методов.

Цель работы: эколого-литогеохимическая оценка состояния почвенного покрова на территории района расположения Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения (Республика Бурятия).

Задачи:

1. Анализ литературных источников и ранее проведенных исследований на исследуемой территории;
2. Установить уровни содержания химических элементов в почвах на территории района расположения Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения;
3. Определить физико-химические характеристики почв;
4. Рассчитать эколого-геохимические показатели содержания компонентов в почвах;
5. Определить содержание углерода в отобранных пробах почв;
7. Провести статистическую обработку полученных данных;

Научная новизна работы: впервые получены данные по элементному составу почв (28 элементов) района угледобычи Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения.

Геохимическая специализация почв с глубины 0-20 см в районе расположения Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения относительно кларка верхней части земной коры, формируется преимущественно за счет таких химических элементов как Yb, Hf, Cr, Br, Ca, Sc, Zn, As, Sr, Cs, La, Ce, Eu, U при этом уровни содержания большинства рассматриваемых химических элементов сопоставимы или незначительно выше значений их кларковых концентраций.

Превышения ПДК по содержанию Сг в почвах установлены почти во всех пробах почв, за исключение проб, отобранных на территории школы, при средней концентрации Сг в почвах соответствующей 1,2 долей ПДК_{Сг}.

Концентрации Со превышают среднее содержание для почв мира во всех проанализированных пробах почв, отобранных с глубины 0-20 см на территории района расположения Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения (наибольшее превышение составляет 2,6 доли ПДК, а среднее содержание Со в почвах соответствует 1,7 ПДК_{Со}).

Превышение среднее содержание для почв мира по Zn не установлено для проанализированных проб почв, среднее содержание Zn в почвах составляет 0,5 ПДК_{Zn}.

Содержание As в почвах с глубины 0-20 см варьирует в пределах от 1,5 до 2,2 долей ПДК_{As}, превышения норматива установлены в 90% проб.

В проанализированных пробах почв с глубины 0-20 см, отобранных на территории района расположения Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения, не зафиксировано превышения ПДК по Sb. Наибольшие величины содержания по Sb установлены в пробах, отобранных в районе парковой зоны.

Определено содержание углерода и азота для отобранных проб почв. Среднее содержание углерода для почв поселковой застройки составляет 4,4%, для почв промышленной зоны 10,6%. При этом установлена корреляционная зависимость между содержанием углерода и содержанием ртути в почвах промышленной зоны.

Практическая значимость работы. Полученные результаты представляют практический интерес для специалистов экологов, геоэкологов и смежных направлений, а также могут быть основой для постановки более детальных работ по исследованию данной территории.

Фактические материалы и методы исследования. Почвы на территории района расположения Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения были отобраны в середине июля 2021 г. точечным отбором, приуроченным к основным зонам поселка, с различной функциональной значимостью. Отбор проб осуществлялся по методу прикопок на глубину 20 см. Всего в ходе работы отобрано и проанализировано 20 проб.

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

Реализация и апробация работы. Результаты выпускной квалификационной работы доложены: на XXV (5-9 апреля 2021 г.), XXVI (4-8 апреля 2022 г.) Международном научном симпозиуме студентов и молодых ученых имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр».

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю канд. хим. наук Осиповой Н. А., а также Жорняк Л.В. за поддержку и всестороннюю помощь в написании диссертации. Автор выражает благодарность за проведение лабораторных исследований аналитику МИНОЦ «Урановая геология» А.Ф. Судыко.

прим.: ● - местоположение района исследований (Олонь-шибирское месторождение)

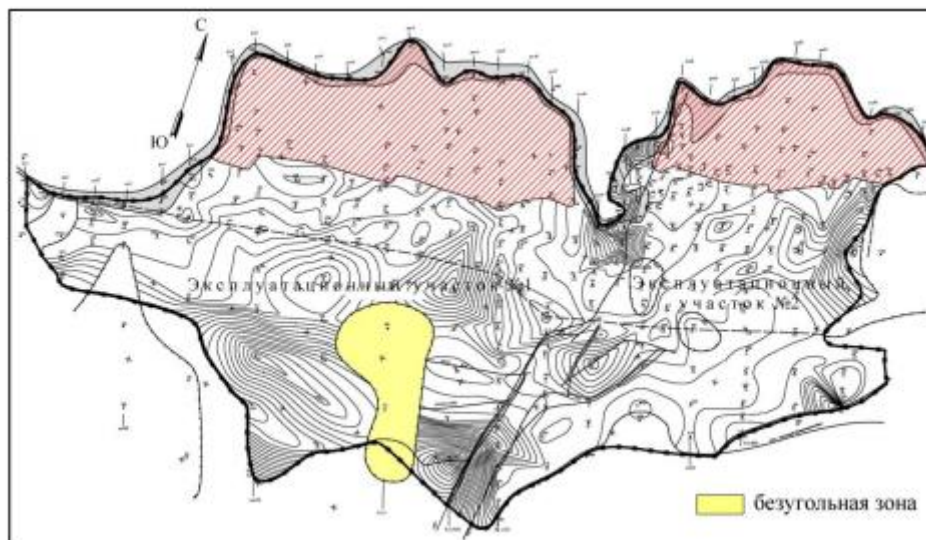


Рисунок - 2 Карта-схема Олонь-Шибирского месторождения [11].

1.2 Климатическая характеристика

Для территории Бурятии характерен резко-континентальный климат с неравномерным количеством осадков в течении года. Суровая безветренная зима сменяется поздней ветреной и сухой весной с ночными заморозками. Лето короткое, в первой половине засушливое, а во второй дождливое.

Климатическая особенность заключается в развитии северо-восточного отрога сибирского антициклона, который возникает в сентябре-октябре и исчезает в апреле-мае. Поэтому зима выделяется большим количеством солнечных дней и низкими температурами воздуха. Летом преобладающей воздушной массой является континентальный полярный воздух. Во второй половине лета в восточные и южные районы Бурятии с южными циклонами часто поступает морской тропический воздух [2].

Многолетняя средняя годовая температура воздуха на всей территории Бурятии имеет отрицательные значения и изменяется от $-0,5^{\circ}\text{C}$ (южное побережье Байкала) до $-9,4^{\circ}\text{C}$ (Витимское плоскогорье). Средняя температура января -25°C , средняя температура июля $+17^{\circ}\text{C}$. Лето короткое, теплое, местами жаркое.

Средняя годовая сумма осадков по Бурятии составляет 400-525 мм. Наименьшее количество осадков приходится на низменные участки. Минимум осадков приходится на февраль, максимум на июль-август [3].

Расположение Мухоршибирского района между двумя хребтами существенно сказывается на микроклимате. В зимнее время из-за смещения воздушных масс хребтами больше выпадает снега, высота его покрова выше, чем в соседних районах. Весной на территории Мухоршибирского района преобладает западный, юго-западный перенос воздушных масс. Лето в

Мухоршибирском районе Республики Бурятия бывает теплым и дождливым. Годовая сумма осадков составляет 350-450 мм [4].

Расчлененность рельефа приводит к неравномерному приходу солнечного тепла на поверхность и создает значительные микроклиматические различия. В летний период разница температур в полуденное время между пологими (менее 10), северными и южными склонами составляет 2-4% [1].

1.3 Геологическая характеристика

Территория Республики Бурятии характеризуется значительной приподнятостью над уровнем моря и преимущественно горным рельефом. Самой низкой отметкой является уровень озера Байкал 456 м., наиболее высокой - вершина горы Мунку-Сардык 3491 м [5].

Территория Бурятии расположена в поясе гор Южной Сибири и охватывает восточные окраины Алтае-Саянской горной страны, южную часть Северобайкальского и большую часть Станового нагорья. Практически на всей территории преобладают сильно расчлененные средневысотные горы, равнинные поверхности встречаются лишь в тектонических впадинах и долинах крупных рек.

На территории Забайкалья довольно широко развита многолетняя мерзлота горных пород. Основными полезными ископаемыми, которые встречаются на территории Бурятии являются: каменный и бурый уголь, золото, серебро, полиметаллические руды, графит, кварцит, уран, нефть, природный газ, вольфрам, молибден и другие руды цветных металлов [6].

Территория Мухоршибирского района, как и всего Западного Забайкалья представляет собой геоморфологическую область сравнительно с небольшими колебаниями абсолютных высот, по сравнению с другими частями региона. Основными формами рельефа являются плосковершинные и довольно однородные по высоте (1300-1800 м над ур. м.) хребты, вытянутые с запада-юго-запада на восток-северо-восток. При удалении от высокогорных систем хребты по высоте снижаются, приобретают более мягкие, сглаженные формы вершин, а нередко сливаются с увалисто-холмистыми равнинными пространствами межгорных котловин. Средняя высота котловин над уровнем моря составляет 455-900 м. [7].

В пределах Западного Забайкалья выделяется ряд основных и второстепенных хребтов. К основным хребтам относятся: Джидинский, Малханский, Заганский, Цаган-Дабан, Цаган-Хуртей, Хадунский. К второстепенным: Боргойский, Моностойский, Бургутуйский, Калиновый, Обманый, Тугнуйский.

Расположенное между этими хребтами Тугнуйское понижение характеризуется степными и сухостепными ландшафтами [1].

1.4 Стратиграфия

В геологическом строении Олонь-Шибирского месторождения участвуют нижняя, ичетуйская, свита, и верхняя, тугнуйская, свита. Юрские отложения перекрыты сплошным чехлом четвертичных образований.

Ичетуйская свита развита в окрестностях месторождения. Основная часть разреза свиты (нижняя и средняя) сложена вулканогенным комплексом пород, кверху постепенно сменяющийся пролювиально-озерной фацией, которую, в свою очередь, сменяет отложения угленосной тугнуйской свиты. Мощность ичетуйской свиты на месторождении изменяется от 200 до 300 м.

Тугнуйская угленосная свита сложена осадочными континентальными, аллювиально-озерно-болотными образованиями. Мощность свиты на месторождении достигает 260 м. В пределах Центрального участка разрез свиты уменьшается до 180-160 м [8].

Литологический состав отложений свиты: для нижней (базальной) части разреза характерно присутствие псефитовых фаций, а также туфогенных образований. Средняя и верхняя части разреза представлены перемежающимися слоями кварц-полевошпатовых песчаников, алевролитов и аргиллитов, включающих пласты и линзы каменного угля.

Песчаники слагают до 80 % разреза свиты. Наиболее распространены светло-серые и серые среднезернистые разновидности. По составу песчаники кварц-полевошпатовые, цемент глинистый, реже карбонато-глинистый, железисто-карбонатный. В местах выклинивания или расщепления угольных пластов наблюдается замещение углей углистыми и песчано-глинистыми породами.

Конгломераты и гравелиты встречаются редко, слагая небольшие линзы и слои в песчаниках. Галька хорошо окатана, цемент песчано-глинистый [8].

В разрезе Тугнуйской свиты месторождения распространены 25 угольных пластов, имеющие цифровую нумерацию снизу вверх от 1 до 25. Для отработки разреза «Тугнуйский» развитием пользуются пласты 5 – 25 [6].

1.5 Угленосность

Распределение пластов угля и углистых пород по стратиграфическому разрезу и по площади отличается крайней неравномерностью. В Олонь-Шибирской и Никольской мульдах суммарная мощность пластов угля составляет 30-50% мощности всей продуктивной части угленосной серии, на других участках, составляющих значительную часть площади депрессии, угли отсутствуют или представлены маломощными пропластками.

Угленасыщенность Тугнуйской серии возрастает в направлении с запада на восток - от практически безугольной Цангинской площади к Олонь-Шибирской мульде, характеризующейся максимальной насыщенностью пластами угля. Значительная часть пластов угля характеризуется сложным строением.

В западной части Эрдем-Галгатайской мульды развита только нижняя часть Тугнуйской свиты с двумя пластами угля: Тугнуйским и Невыдержанным мощностью от 1,5 до 6,0 м. В восточной части мульды в Тугнуйской свите установлено до 25 пластов и пропластков, их рабочая мощность колеблется от 1,3-7,1 до 27,1 м.

В пределах Олонь-Шибирской мульды в Тугнуйской свите вскрыто 30 пластов и пропластков угля, из которых 22 пласта представляют промышленный интерес, их суммарная мощность достигает 46,6 м, а мощность отдельных пластов в среднем колеблется от 1,3-3,5 до 10,1-19,2 м [9].

1.6 Характеристика качества углей

В Тугнуйской депрессии наиболее распространены полуматовые и полублестящие тонкополосчатые угли типа кларенов и дюрено-кларенов, состоящие из прозрачной основной массы с небольшим количеством липоидных компонентов.

Угли черные, с черной чертой, плотные, хрупкие. Удельный вес углей 1,5; объемный 1,4-1,45 [10].

Содержание фосфора в углях обычно не превышает сотых долей процента, иногда достигает десятых долей.

Сера в основном органическая, сульфатная сера составляет не более 2-5%, а содержание пиритной серы местами достигает 25-30% и 49% (некоторые разности углей Олонь-Шибирского месторождения) от общего содержания этого элемента.

Гуминовые кислоты в углях зоны активного поверхностного окисления (15-18 м) содержатся в количестве 12-18% и более; в углях зоны глубинного окисления (до 160-170 м) содержание гуминовых кислот понижается до 1,5-2,5% и менее.

Зола тугнуйских углей частично порошкообразная сплавленная, ноздреватая, шлаковидная. Химический состав золы (по 166 пробам) Олонь-Шибирского, Никольского и Эрдем-Галгатайского месторождений следующий (%): SiO_2 - 57,6; Al_2O_3 - 21,9; Fe_2O - 4,4; CaO - 6,1; MgO - 1,7; SO_3 - 2,7 [11].

1.7 Основные типы почв и почвообразующие породы

Широкое распространение в Забайкалье имеют почвы подзолистого типа. Они располагаются в основном на плоскогорьях, нижних и средних частях

склонов хребтов под лиственничными, сосновыми и кедрово-пихтовыми лесами. Наиболее мощные и гумусированные их разновидности распахиваются, а маломощные служат пастбищами.

Самые плодородные почвы - черноземы занимают значительно меньшие площади, чем каштановые почвы. Переходным звеном от черноземных и каштановых почв к подзолистым являются серые лесные почвы, расположенные ниже подзолистых.

На участках речных долин с близким залеганием грунтовых вод и на пологих заболоченных склонах развиты луговые и болотные почвы. В районах с многолетнемерзлыми породами по долинам рек формируются лугово-мерзлотные почвы.

На юге республики в наиболее сухих котловинах встречаются солонцы и солонцеватые почвы, покрытые солончаковой растительностью. В целом в распределении почв хорошо проявляется высотная поясность [12].

Своеобразие почв Мухоршибирского района объясняется следующими факторами: резкой континентальностью климата, сильным охлаждением территории за продолжительный зимний период, глубоким промерзанием почвенного профиля, двухфазным водным режимом за короткий теплый вегетационный период.

Почвообразующие породы, на которых развиваются каштановые почвы, щебнисты, имеют легкий гранулометрический состав [13].

В пределах территории Мухоршибирского района в основном преобладают почвы степей и лесостепей. Они формируются на следующих группах почвообразующих пород:

- 1) суглинках щебенистых;
- 2) легких суглинках щебенистых;
- 3) легких пылевых и лесовидных суглинках; супесках;
- 4) песках;
- 5) почвообразующих породах двухчленного профиля [14].

На территории Мухоршибирского района встречаются почвы подзолистые, дерновые, серые лесные, черноземные и солонцовые.

Формирование каштановых почв происходит в условиях резкого континентального климата с незначительным количеством осадков. Они подразделяются на каштановые (гумуса 2-3%) и темно каштановые (гумуса 3-4%), причем собственно каштановые приурочены к более низким высотным отметкам [15].

Глава 2. Геоэкологическая характеристика района исследования

2.1 Оценка экологического состояния территории

Для любого города, основой экономики которого является угольная отрасль, актуальной является экологическая проблема.

Наибольшее негативное воздействие на окружающую природную среду поселка Саган-Нур, согласно Государственному докладу о состоянии окружающей среды 2019г. [16], оказывают предприятия угледобывающей, углеперерабатывающей, промышленности и коммунальные котельные. Эти факторы и определяют неблагоприятную экологическую обстановку.

2.1.1 Состояние атмосферного воздуха

Ближайший город, расположенный в 40 км от Тугнуйского угольного месторождения, это г. Петровск-Забайкальский.

Результаты наблюдений, представленные в Государственном докладе о состоянии окружающей среды 2018г. [17] свидетельствуют о том, что уровень загрязнения воздушного бассейна городов на территории Забайкальского считается довольно высоким. Основным загрязняющим веществом атмосферы г. Петровск-Забайкальский является бензапирен, что обусловлено, значительным количеством выбросов в атмосферу и частой повторяемостью метеорологических условий, неблагоприятных для рассеивания загрязняющих воздух веществ. При этом концентрация бензапирена в г. Петровск-Забайкальский превысила ПДК более чем в 20 раз.

Выбросы загрязняющих веществ от отдельных групп источников загрязнения объектов негативного воздействия по Забайкальскому краю в 2018 году составили:

- от сжигания топлива (для выработки электро и теплоэнергии) - 89,485 тысяч тонн;
- от технологических и других процессов - 15,496 тысяч тонн.

Количество загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу от стационарных источников: 105,921 тысяч тонн (по Забайкальскому краю).

Количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников в муниципальных образованиях Забайкальского края составило 0,485 тысяч тонн.

Список предприятий – основных источников загрязнения атмосферного воздуха АО «Разрез Тугнуйский занимает 5 место по величине вклада в общее загрязнение.

2.1.2 Водохозяйственная обстановка

Согласно комплексной оценке качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям в 2018 году из 30 водных объектов Забайкальского края, загрязненные и очень загрязненные воды (3 класс качества) имеют 23 водных объекта (или 77%), в 2017 году – 20 (или 67%); грязные (4 класс качества) – 6 (или 20%), в 2017 году – 9 (или 30%); слабо загрязненные – 1 (или 3%), в 2017 г. – 1 (или 3%) (Рисунок 3).

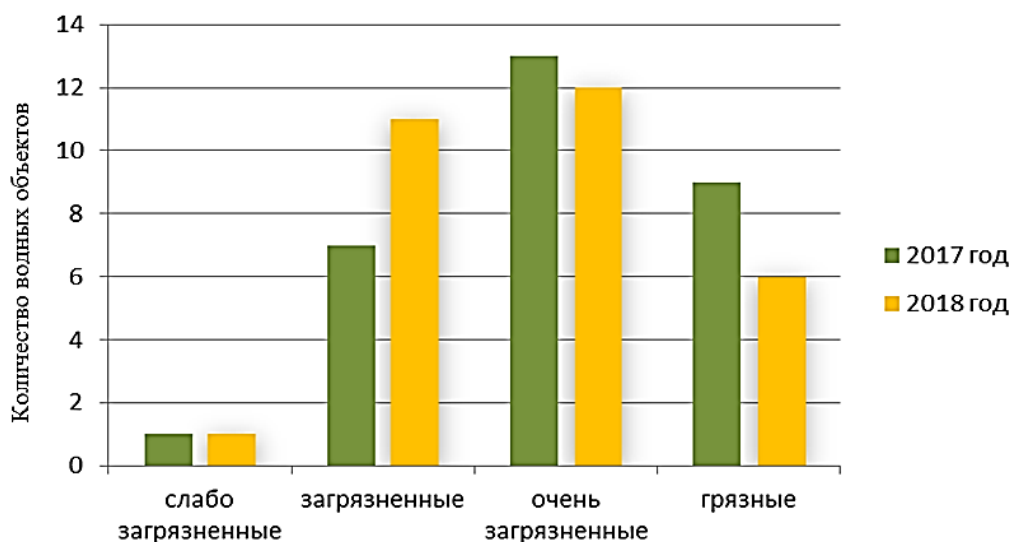


Рисунок – 3 Характеристика поверхностных водных объектов Забайкальского края по классам качества за 2017-2018 годы.

2.1.3 Отходы производства и потребления

Образование основного объема отходов наблюдается в сфере добычи бурого угля, руд цветных металлов, в области обеспечения электрической энергией, газом и паром, производства цемента, извести и гипса. Наибольшее количество отходов образуется при добыче полезных ископаемых. Вклад от этого вида деятельности в общее количество образования отходов по Республике Бурятия в 2019 году составил 95,0 % (в 2018 г. - 95,32 %), в том числе от добычи угля – 87,08 % (или 63 215,82 тыс. тонн) (Таблица 2).

Таблица 2

Образование отходов производства и потребления в Республике Бурятия по видам экономической деятельности в 2015-2019 гг.

Виды экономической деятельности (ВЭД)	Образование отходов по годам, тыс. тонн					% вклада ВЭД (2018 г.)	% вклада ВЭД (2019 г.)
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.		
Всего, в том числе:	50230,741	45 194,88	48396,95	80503,63	72593,71	100,0	100,0
Добыча полезных ископаемых	48619,547	42724,2	46647,57	76732,78	68960,64	95,32	95,00

Основные источники образования отходов – ООО «Бурятская горнорудная компания», ООО «Восточно-Сибирская горная компания», АО «Разрез Тугнуйский», ООО «Угольный разрез», ПАО «Бурятзолото», ООО «Артель старателей «Западная», ООО «Прииск Ципиканский».

2.1.4 Состояние почвенного покрова на исследуемой территории

В ходе комплексного геоэкологического изучения, проведенного на территории объекта исследования [18], выделено 16 приоритетных загрязнителей, обладающих высокой токсичностью для живых организмов и относящихся к I (Zn, As, Pb, Cd), II (Cr, Co, Ni, Cu, Mo, Sb), III (V, Sr, Ba, W) классов опасности, а также Sn и Bi.

В бассейне реки Тугнуй, где расположен посёлок Саган-Нур, распространены породы с повышенным содержанием Sr, а также Cu, Ni, Co, Pb. Фоновые почвы также характеризуются слабым обогащением Mo и Zn. Состав техногенных потоков загрязняющих веществ, образующихся в процессе производственной и бытовой деятельности городского населения, чрезвычайно разнообразен. Это приводит к изменению содержания As, Mo, Sb и W в поверхностных горизонтах городских почв, при этом в каждой функциональной зоне поселка Саган-Нур лидируют их приоритетные элементы-загрязнители.

Битуминозный уголь, используемый на ТЭЦ Тугнуйского разреза, обогащен Sr-Sc-Cu-Zn-Pb в 1,1-18,8 раза. Наименьшее фактическое содержание в золе и максимальная летучесть отмечены для Sr, Bi, Pb.

Почвы во всех функциональных зонах поселка Саган-Нур имеют единый перечень приоритетных элементов-загрязнителей - As, Mo, Cd, Sn, Sb, W и Pb. Повышенные концентрации тех же элементов обнаружены и в тугнуйских углях. Анализ пробы золы после сжигания угля на Саган-Нурской ТЭЦ показал, что высокотемпературное горение приводит к выбросу в атмосферу практически

всех ТМП, кроме V и Mo. Таким образом, можно говорить о развитии месторождение не привело к полиэлементному загрязнению почв.

Почвы промзоны характеризуются накоплением Pb. Содержание Sc, V, Cr, Sn несколько повышено в почвах жилых с одноэтажной застройкой и парковых зон в центральной и северо-западной частях села, где проживает и отдыхает значительная часть населения [18].

2.1.5 Медико-демографическая характеристика

При анализе динамики численности населения Забайкальского края 2012-2017 гг. наблюдается снижение показателя с 1099396 в 2012 г. до 1078983 человек в 2017 г., темп убыли составляет 0,78%.

За период 2012-2017 гг. медико-демографическая ситуация в регионе характеризуется низким уровнем рождаемости (по сравнению с аналогичным показателем по России, средним уровнем смертности (в 2012 г. - 13,0%, в 2017 г. - 11,6%, темп убыли равен 10,77%). Показатель смертности по Забайкальскому краю ниже, чем в РФ, в 2017 г. на 6,5% (12,4%).

По данным Докладов о человеческом развитии в Российской Федерации за 2012-2017 гг., в Забайкальском крае демонстрируется спад индекса человеческого развития и его компонентов, вследствие чего край занимает 76-е место среди российских регионов в 2015 г.

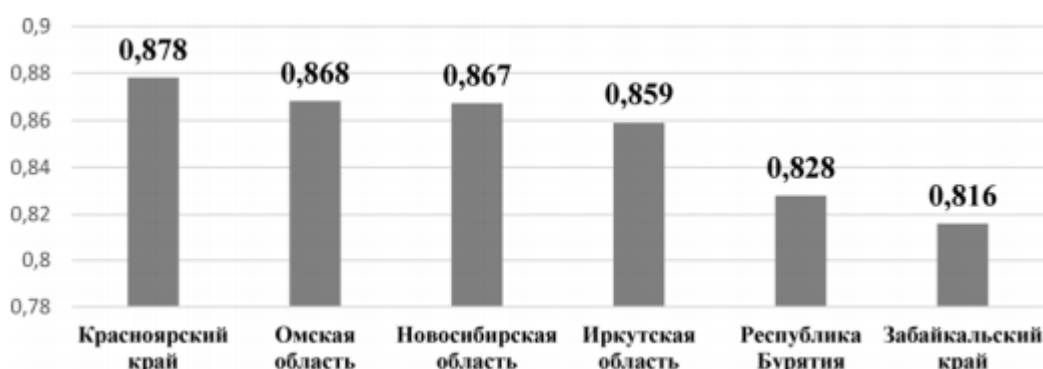


Рисунок – 4 Распределение индекса человеческого развития по регионам Сибирского федерального округа.

При сравнении индекса человеческого развития с аналогичным показателем в регионах Сибирского федерального округа выявлен наименьший его уровень в Забайкальском крае.

Таблица 3

Структура смертности населения по основным классам болезней Забайкальского края (в %):

№ п/п	Классы заболеваний	2015 г.	2016 г.	2017 г.	РФ 2017 г.
1	Болезни органов кровообращения	47,1	47,9	49,9	56,9

2	Несчастные случаи, травмы и отравления	23,2	21,8	20,1	12,4
3	Новообразования	10,7	11,0	11,1	13,8
4	Заболевания органов дыхания	7,1	7,15	7,3	3,7
5	Заболевания органов пищеварения	4,0	4,1	4,1	4,2
6	Инфекционные заболевания	1,96	1,6	1,9	1,6

По данным таблицы приоритетные классы болезней в Забайкальском крае - это болезни органов кровообращения, новообразования и заболевания органов дыхания. На все эти системы органов оказывает влияние деятельность угледобывающих предприятий.

Глава 3. Влияние угольной промышленности на почвенный покров

Топливо-энергетический комплекс России является одним из главных участников нарушения природной среды, т.к. на его долю приходится до 70 % ежегодного нарушения земель горными работами [19].

В настоящее время наблюдается тенденция, когда изъятые из сельскохозяйственного оборота под горные работы земли после рекультивации становятся лесонасаждениями и только 15% пашнями [19].

Добыча угля сопровождается разрушением почвенного покрова и природных ландшафтов при проведении горных работ как открытым, так и подземным способом. Современные масштабы ландшафтно-экологических изменений природной среды в угольных регионах связаны, прежде всего, с преимущественным развитием добычи полезных ископаемых открытым способом. Вынос на поверхность огромной массы глубинных пород привел к процессам поверхностного проседания, изменениям рельефа, образованию депрессионных воронок, а также к нарушению естественного баланса в миграции химических элементов и разрушению существующих природных биоценозов [20].

При отвалообразовании вскрышные породы, как правило, отсыпают без учета пригодности их для рекультивации, а при формировании внешних отвалов не всегда учитывают требования рационального землепользования. Все нарушенные земли являются опасным источником загрязнения больших площадей токсичными элементами и тяжелыми металлами в формах, доступных для животных и человека. Геохимически нарушенные земли часто значительно (в несколько раз) превышают площади механически разрушенных почв и грунтов [19].

Негативное воздействие на почвы в процессе добычи угля можно разделить на механическое разрушение, химическое загрязнение, ухудшение биологического потенциала почв, а также увеличение эрозионной активности почв.

3.1 Механическая деградация почвы.

Механические нарушения почвы, приводящие к физическому разрушению всего почвенного профиля или его части, могут быть вызваны различными формами антропогенного воздействия.

Физическая деградация выражается в ухудшении структуры почвы и всего комплекса физических свойств, т. е. в разрушении физической основы почвы, и развивается везде, где возникают чрезмерные нагрузки механического, химического, физико-химического, водного или биологического характера [21].

Помимо сокращения продуктивных земельных площадей, используемых под сельскохозяйственные и лесные угодья, в результате изъятия их из народнохозяйственного оборота при эксплуатации шахт и разрезов происходит значительное изменение структуры и состава поверхностного слоя, глубина воздействия в отдельных случаях достигает 1000 м и более. Вынимаемые в процессе горных работ глубоко залегающие породы, часто неблагоприятные для жизни растений по своим физическим и химическим свойствам, оказываются на поверхности породных отвалов, размещаемых вблизи угледобывающих предприятий [22].

Помимо нарушений земной поверхности в границах земельного отвода угольные разработки приводят к значительному изменению гидрологического режима и гидрогеологических условий местности, что усиливает их неблагоприятное воздействие.

Физическое нарушение структуры почв связано с изменением режима почвенных и подземных вод, ландшафта и деформациями поверхности, в результате почвы осушаются или заболачиваются и теряют плодородные свойства. Механическое нарушение почв происходит из-за их загрязнения пылением отвалов, шламонакопителей и пылью, образующейся при выполнении основных технологических процессов при добыче и переработке угля [23].

3.2 Химическая деградация почв.

Технологические процессы разработки месторождений сопровождаются образованием значительного количества пылегазовых выбросов, содержащих вредные компоненты (пыль, сажа, оксиды азота, углерода, диоксид серы, а также тяжелые металлы: хром, медь, цинк, свинец, марганец, железо, ванадий, мышьяк).

Пылегазовое загрязнение происходит при буровзрывных работах, земляных работах, погрузке в автотранспорт и транспортировании горной массы, внутренней и внешней отвалке, а также при эксплуатации электростанций, на открытых складах. Это способствует запылению атмосферы, в результате чего эти вещества оседают на поверхности почвенного покрова [24].

Накопление тяжелых металлов в почве является одной из основных экологических проблем, влияющих как на здоровье человека, так и на экосистемы. Проблема загрязнения тяжелыми металлами в результате добычи полезных ископаемых существует уже давно. Несмотря на то, что деградированные земли рекультивируются, наличие высоких концентраций металлов в рекультивированной почве по-прежнему представляет потенциальную опасность для здоровья человека и окружающей среды из-за их токсичности, биоаккумуляции и длительного пребывания в компонентах ландшафта [25].

Степень влияния токсического действия тяжелых металлов на почву зависит от их буферной способности. Почвы с тяжелым гранулометрическим составом, содержащие много органического вещества, обладают более высокой сорбционной способностью, поглощая значительную часть токсикантов, делая их малодоступными и безвредными для растений [26].

Кислотность почвы оказывает большое влияние на доступность металлов для растений. Ее увеличение усиливает подвижность форм тяжелых металлов и их транслокацию в растениях. Высокое содержание карбонатов, сульфидов, гидроксидов, глинистых минералов повышает сорбционную способность почв. Токсическое действие тяжелых металлов стимулируется наличием в атмосфере оксидов серы и азота, которые путем осаждения понижают рН, переводя тем самым тяжелые элементы в подвижные формы. То есть существует опасность попадания в водоносные горизонты токсичных, загрязняющих веществ, их соединений и тяжелых металлов [27].

3.3 Дегградация биологических свойств почвы

Организмы первыми реагируют на любой тип дегградации почвы. С одной стороны, они стремятся сохранить равновесие за счет изменения своей деятельности, с другой стороны, первыми страдают от нарушений. Поэтому в первую очередь нарушается биоразнообразие, оно истощается, происходит перегруппировка популяций, смена доминирующих и часто встречающихся видов, некоторые виды исчезают совсем, могут появляться новые виды, часто вредные [28].

Сохранение стабильности и нормальное функционирование биоты обеспечивается огромным микробным пулом, характеризующимся большим общим запасом микроорганизмов (микробная биомасса), и огромным качественным разнообразием (микробный генофонд), оснащенным тысячами ферментов.

Почвенные организмы остро реагируют на ухудшение химического состояния почв. Любое химическое изменение приводит к изменению биоты. Особенно сильно это наблюдается при закислении почвы, загрязнении тяжелыми металлами, пестицидами, и др. Во всех случаях происходит дегградация комплекса почвенных организмов [29].

Физическая дегградация почв, особенно уплотнение и разрушение почвенной структуры, а также изменение водного режима, приводит к дисбалансу микробиологических процессов, преобладанию анаэробных условий, развитию денитрификации, образованию токсических веществ, которое ведет к изменению почвенной биоты [21].

Однако организмы также являются мощным фактором борьбы с химической дегградацией почв [30]. Почвенные микроорганизмы способны

разрушать некоторые вредные природные органические соединения и большинство токсичных техногенных органических веществ. Это происходит за счет их способности образовывать органоминеральные соединения, содержащие тяжелые металлы, где они заключенные в пленки и агрегаты не могут проявлять свои токсические эффекты. Также за счет образования данных комплексов возможно перемещение токсичных веществ вниз по почвенному профилю, ниже зоны досягаемости корнеобитаемого слоя [31].

3.4 Эрозия почвы

Под эрозией почв понимается совокупность взаимосвязанных процессов отрыва, переноса и отложения почвы (иногда материнской и подстилающей породы) поверхностным стоком временных водотоков и ветра.

Причины распространения почвенной эрозии можно разделить на пять групп эрозионных факторов: климатические, топографические, почвенные, биогенные и антропогенные. При анализе влияния факторов эрозии почвы на интенсивность эрозионных процессов следует иметь в виду, что она зависит от соотношения размывающего действия водного потока и капель дождя (или ветрового потока) и способности почвы сопротивляться этим воздействиям, т. е. от его противоэрозионной (или антидефляционной) стойкости [32].

На интенсивность эрозионных процессов непосредственно влияют следующие факторы:

- климатические - интенсивность и продолжительность дождя или таяния снега, температура воздуха, скорость ветра, направление и время;
- топографические - протяженность, крутизна, форма, экспозиция и микрорасчлененность склонов, площадь водосбора и глубина местного основания эрозии, характер рельефа (холмистость, наличие ветровых коридоров и т.п.);
- свойства грунта - водопроницаемость, эрозионная стойкость (способность грунта сопротивляться вымывающему действию воды или сдуваемому действию ветра), в зависимости от водостойкости сооружения, межагрегатного сцепления и плотности агрегаты;
- биогенные факторы – создание почвенными беспозвоночными сети каналов и пор, структурообразование почвы, защитная роль растительности, проявляющаяся в снижении скорости ветра и влиянии на температурный и водный режим почвы [33].

Места разработки полезных ископаемых, которые добываются открытым способом очищаются от растительности, что зачастую приводит к уменьшению стойкости почвы к различным видам эрозии.

Основными источниками эрозии на горнодобывающих предприятиях могут быть карьеры, участки кучного выщелачивания, отвалы и вскрышные

отвалы, хвостохранилища, подъездные и транспортные пути, рудные отвалы, площадки ремонта оборудования, участки разведки и рекультивации [34].

Существует множество типов воздействий, связанных с эрозией и отложением осадков, которые обычно подразделяются на краткосрочные и долгосрочные [32].

Твердый осадок, отложившийся в поймах или наземных экосистемах, может оказывать различное воздействие на поверхностные, подземные воды и наземные экосистемы. Минералы, присутствующие в образующихся отложениях, могут снизить рН поверхностного стока, увеличивая подвижность тяжелых металлов, которые могут просачиваться в более глубокие водоносные горизонты или переноситься в близлежащие поверхностные воды. Это приводит к значительному снижению рН или увеличению содержания металлов в поверхностных водах и стойкому загрязнению источников подземных вод. Загрязненный осадок также может понизить рН почвы до такого уровня, что растительность исчезнет, и территория станет непригодной для произрастания [33].

Помимо потенциального воздействия поллютантов на человека и водную биоту, возможны физические воздействия, связанные с увеличением скорости и объема стока с площади свеженарушенных земель. Увеличение скорости и объема может привести к затоплению дна водотоков, размыву русел и разрушению конструкций опор мостов и проходок труб под дорогами. Там, где выбросы в атмосферу привели к кислотным отложениям и подавлению местной растительности, поверхностный сток может увеличить скорость эрозии и смыть почву с пострадавших территорий.

Эрозия нарушенных почв, добытой руды, хвостохранилищ и тонкодисперсного материала в отвалах может привести к значительному засорению наносами поверхностных вод и дренажных систем. Кроме того, разливы, утечки опасных материалов и осаждение загрязненной переносимой ветром пыли могут привести к загрязнению почвы [32].

Ускоренная эрозия почв в современных условиях чаще всего является следствием нерациональной хозяйственной деятельности. Его причинами могут быть как отсутствие научно обоснованных рекомендаций по рациональной хозяйственной деятельности, так и невыполнение существующих рекомендаций [31].

3.5 Радиоактивное загрязнение почв

Уголь содержит радиоактивные вещества природного происхождения, такие как уран (U-238), радий (Ra-226), свинец (Pb-210), торий (Th-232) и калий (K-40). По данным известного российского геохимика Я.Э. Юдовича [35],

среднее (кларковое) содержание урана в углях составляет 3,6 г/т, а тория для бурых углей – 6,3 г/т, каменных – 3,5 г/т.

При сжигании угля на электростанциях образуются твердые отходы в виде золы, которая обогащена радиоактивными элементами (Th -232, Ra -226 и К - 40) в концентрации, в 4-10 раз превышающей их содержание в угле. Хотя система фильтрации на ТЭЦ улавливает большую часть летучей золы, около 1–3% выбрасывается в атмосферу [34]. Выбросы радиогенных загрязнителей в виде мельчайших частиц оседают на поверхности земли, вызывая загрязнение почвы и поверхностных вод [36].

Когда радиоактивные нуклиды попадают в пищевую цепь, они могут оказывать вредное воздействие из-за своего накопления в органах [37]. Уран обычно накапливается в легких, а также в почках; торий в легких, печени или костях; и калий в мышцах. Накопление больших количеств этих радиоактивных веществ в определенных органах вызывает биохимические или морфологические изменения. В результате этих изменений иммунная система организма становится уязвимой для различных видов заболеваний (таких как рак костей и легких) [38].

Угольные предприятия являются источниками радиационного загрязнения не только персонала угольных шахт, но и облучения населения в шахтерских городах и поселках. Это происходит в результате извлечения из недр земли вместе с углём громадного количества редкоземельных элементов. Установлено, что на поверхности земли, над отработанными угольными пластами, зачастую происходит увеличение потоков радона, значительно превышающее допустимые санитарные нормы [39].

Таким образом, угольные электростанции не только считаются одним из основных источников техногенного повышения концентрации радиоактивности вблизи них, но и представляют реальную опасность для здоровья профессиональных работников и населения.

3.6 Воздействие продуктов сгорания угля на ТЭС

Основная часть топлива, используемого на ТЭС, превращается в отходы, которые попадают в окружающую среду в виде газообразных и твердых продуктов сгорания. При этом объем отходов в несколько раз превышает массу использованного топлива. Воздействие ТЭС на окружающую среду можно разделить на:

- физические воздействия, в том числе: акустическое воздействие, электромагнитное воздействие, радиация, тепловое загрязнение;
- прямые воздействия, связанные с привнесением или удалением отдельных компонентов из природной среды (химическое загрязнение, выбросы вредных веществ);

- косвенные воздействия, в том числе: гравитационное оседание твердых частиц и аэрозолей, химические реакции выброса вредных веществ в атмосферу и гидросферу [40].

Характерными чертами воздействия ТЭС и других крупных предприятий на природную среду, наряду с постоянством и нарастающей интенсивностью, являются многогранность (одновременное воздействие на разные компоненты среды) и масштабность (проявление не только на локальном, но и на региональном, но и в глобальном масштабе — на уровне континентов, полушарий и планеты в целом) [41].

При сжигании угля на тепловых электростанциях микроэлементы концентрируются в золе и шлаке за счет выгорания углерода и удаления летучих соединений. Степень концентрирования зависит от зольности углей, форм присутствия в них микроэлементов и летучести их оксидов и других соединений, образующихся в процессе сгорания и движения газов по дымовому тракту ТЭЦ. Малолетучие соединения накапливаются в золошлаках, которые вывозятся на золоотвалы, а более летучие перемещаются с дымовыми газами. Известно, что в золошлакоотвалах содержание большинства химических элементов (за исключением летучих) в несколько раз превышает их первичное содержание в исходном угле.

Выбросы угольной промышленности отрицательно влияют на атмосферные осадки [42]. Объем дымовых газов, выбрасываемых крупной ТЭЦ, составляет около 1800 м³/с. Среди них наиболее опасны зола, диоксид серы и оксиды азота (NOX) [43]. В результате растворения оксидов серы и азота в осадках выпадает «химический» дождь или снег. Результатами такого загрязнения земной поверхности являются окисление снежного покрова и сельскохозяйственных угодий, накопление тяжелых металлов в почве из угольной золы. Это угнетает лесные биоценозы, снижает продуктивность сельского хозяйства и насыщает продукты питания вредными для здоровья человека соединениями. Наиболее опасны в этом отношении тепловые электростанции, использующие высокозольные и сернистые угли.

Микроэлементы способны относительно быстро накапливаться в почве, обуславливая повышенный уровень загрязнения по сравнению с фоновым уровнем в зонах возделывания зерновых культур, пастбищ, сенокосов, многолетних насаждений и населенных пунктов. Из-за увеличения количества взвешенных частиц в воде, изменения рН снижается концентрация кислорода в воде, возникает угроза жизни представителей водной фауны. Выброс потенциально опасных элементов (As, В, Мо, Se, Sr, V) из частиц пыли тепловых электростанций в воду и почву приводит к их накоплению в сельскохозяйственных растениях, они могут поступать в организм животных и

человека. Элементы Se и Mo, которые не токсичны для растений, токсичны для пастущихся животных при концентрировании в тканях растений. Почвы с высоким содержанием Mo могут вызывать, например, молибденоз крупного рогатого скота [44].

Расстояние, на которое могут быть вынесены частицы золы от ТЭЦ и их осаждение вместе с атмосферными осадками, зависит от физических свойств золы, погодных условий, розы ветров и т. д. Частицы диаметром 10 мкм и более осаждаются быстро и их действие проявляется в непосредственной близости от ТЭЦ на расстоянии до 3 км. Частицы размером менее 10 мкм и особенно менее 2,5 мкм могут пролететь сотни километров, прежде чем осядут [45].

Негативные последствия возникают и в результате эксплуатации золоотвалов. Зола – это твердые частицы негорючих элементов угля. В основном это оксиды кремния, железа, алюминия, магния, кальция, серы и некоторых других, в том числе небольшое количество мышьяка и тяжелых металлов (свинца, ванадия, хрома, цинка) [43]. Из-за несовершенства проектных решений и технологии складирования золоотвалов, нарушения правил эксплуатации объектов тяжелые металлы и естественные радионуклиды накапливаются в почвах и водоемах во всей его санитарно-защитной зоне [41].

Глава 4. Материалы и методы исследования

Почва является депонирующей средой, которая способна накапливать продукты техногенеза, зачастую изменяя их химический состав и включая их в природные и техногенные циклы миграции. Благодаря этому почву можно рассматривать как многолетний индикатор природных процессов, а ее современное состояние как результат длительного воздействия разнообразных источников и факторов загрязнения [45].

Требования к отбору проб регламентируются следующими документами – [46-48] а также методическими рекомендациями [49].

Пробы были отобраны методом прикопок, на глубину 20 см, из соображений высокой абсорбирующей способности почвенного гумуса. Точечный отбор проб был приурочен к основным зонам поселка, с различной функциональной значимостью, а также к зонам, претерпевающим промышленное воздействие (буровзрывные работы на карьере, пыление во время транспортировки, сжигание угля на ТЭЦ). Все образцы упаковывались в холщовые мешочки с указанием номера точки наблюдения. Общее количество проб составило 20 шт., массой каждый не менее 300 г [50]. Пробоотбор проводился в середине июля (Рисунок 5).

Карта пробоотбора почвенного покрова в районе расположения Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения

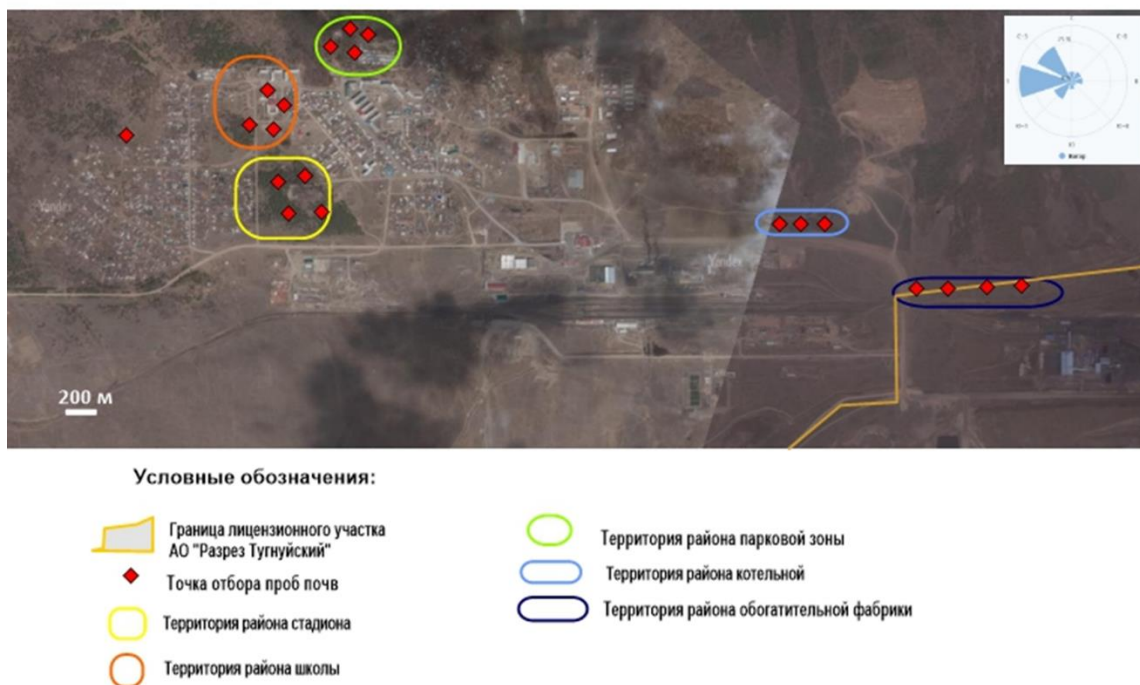


Рисунок – 5 Карта пробоотбора почв на территории района расположения Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения.

Пробоподготовка является не менее важным процессом. Она складывается из последовательно идущих этапов: подсушивание почвы при комнатной температуре, растиранием подсушенной почвы и просеиванием через сито с

диаметром отверстий 1 мм, с последующим удалением органических включений (Рисунок 6).

Пробоподготовка проб для инструментального нейтронно-активационного анализа проходила в несколько этапов: из упаковки, состоящей из алюминиевой фольги (размер 3,5 x 3,5 см), предварительно обработанной спиртом, формировали пинцетом пакетик, далее на электронных весах определяли вес фольги (мг), на пакетике проставляли шифр пробы, пробу насыпали в пакетик, затем на электронных весах определяли вес пробы (100 мг).

Пробоподготовка почв для определения органического углерода включала в себя отбор средней пробы (около 1 гр.), методом конверта, удаление всех органических остатков и истирание до состояния пудры. После этого пробы упаковывались в эппендорфы с указанием шифра и передавались аналитику для определения на анализаторе EA 1110(CHNS-O).



Рисунок – 6 Схема отбора и пробоподготовки проб почв [51] с дополнениями автора

4.2 Аналитические исследования

4.2.1 Определение физико-химических характеристик почвы

В измерение физико-химических характеристик почвы входит определение таких показателей, как рН и магнитной восприимчивости. Кислотность (рН) почвенных вытяжек является важной физико-химической характеристикой почв.

Измерение рН проводили в соответствии с [52] с помощью рН-метра (Рисунок 7). Градуировку кондуктометра для измерения рН-метра проводили по трем буферным растворам с рН 4,01; 6,80, 9,18. Величиной измерения кислотности почвенных вытяжек является ед.



Рисунок – 7 Процесс измерения автором рН водных вытяжек почв.

Магнитная восприимчивость почв определяется наличием в ней магнетита, как минерала, и соединений железа с металлами по электронной конфигурации, относящихся к группе железа [53]. Измерение проводилось в учебной лаборатории отделения геологии ИШПР Томского политехнического университета с использованием Карраmeter Model: КТ-5 (Рисунок 8), в соответствии с инструкцией, методическими рекомендациями, согласно запатентованной методике (Патент № 2133487, авторы Е.Г. Язиков, О.А. Миков;) [54]



Рисунок – 8 Kappameter Model: KT-5

Просеянная проба почвы насыпалась в пластиковый стакан, помещалась на датчик прибора в фиксированном положении, и проводилось измерение в трехкратных повторениях для каждой пробы. Объем пробы и степень уплотнения материала во всех случаях были одинаковыми. Результаты измерений выдавались в системе единиц СИ [54].

4.2.2 Определение элементного состава почвы

Инструментальный нейтронно-активационный анализ является одним из основных методов определения элементного состава вещества в образцах массой от нескольких мг до мкг. Был реализован в ядерно-геохимической лаборатории на базе исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета (аналитики А.Ф. Судыко, Л.В. Богутская).

Пробы для анализа облучались тепловыми нейтронами на исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т Томского политехнического университета, а измерения производились на гамма-спектрометре с германий-литиевым детектором в ядерно-геохимической лаборатории Международного инновационного научно-образовательного центра (МИНОЦ) «Урановая геология».

Метод нейтронно-активационного анализа позволяет определять в пробах концентрации 28 элементов: As, Cr, Ba, Sr, Co, Zn, Sb, редких (Hf, Sc, Cs, Rb, Ta), редкоземельных (Eu, Sm, Lu, Yb, La, Ce, Tb, Nd), радиоактивных (U, Th) элементов, макрокомпонентов (Ca, Na, Fe), благородных металлов (Au, Ag) и Br. Предел обнаружения элементов в зависимости от их активационных свойств и состава матрицы анализируемой пробы в основном колеблется от $n \cdot 10^{-1}$ до $n \cdot 10^{-6}$ % [54]. Пределы обнаружения элементов приведены в таблице 4.

Пределы определения содержаний элементов в углях, их золах и углистых породах методом ИНАА [54].

Элемент	Предел, г/т	Элемент	Предел, г/т
Na	20	Ba	8
Ca	300	La	0,03
Sc	0,02	Ce	0,05
Cr	0,2	Sm	0,01
Fe	100	Eu	0,01
Co	0,1	Tb	0,05
Ni	20	Yb	0,1
Zn	2	Lu	0,01
Rb	0,6	Hf	0,01
As	1	Ta	0,05
Sr	7	Au	0,01
Ag	0,5	Th	0,2
Cs	0,3	U	0,1
Sb	0,2	Br	0,3

4.2.3 Атомно-абсорбционный анализ

Измерения концентрации Hg в почвах проводили атомно–абсорбционным анализом на приборе Анализатор ртути «РА-915М» с пиролитической приставкой «ПИРО-915+» (Рисунок 9). Преимуществами данного анализа являются: прямое, без предварительной пробоподготовки, определение ртути в пробе; широкий диапазон измерений – 4 порядка; время одного анализа не превышает 2-х минут; малое влияние состава пробы на результаты анализа [55]. Проба бралась весом около 50 мг.



Рисунок – 9 Анализатор ртути РА-915М с пиролитической приставкой ПИРО-915+

Перед началом работы на анализаторе выполнялся контроль стабильности градуированного коэффициента. Измерение для каждой пробы проводилось 3 раза, в качестве результирующего значения бралось среднеарифметическое. Исследования проводились в лаборатории микроэлементного анализа международного инновационного научного образовательного центра «Урановая геология» на базе отделения геологии Томского политехнического университета.

4.2.4 Газово-хроматографический метод определения углерода.

Для определения содержания углерода и азота в навеске почвы был использован анализатор EA 1110(CHNS-O).

Анализатор предназначен для одновременного определения массовой доли углерода, водорода, азота, серы и кислорода, содержащихся в органических и неорганических химических соединениях и веществах различной природы и происхождения.

Для отбора навесок образцов от 2 до 20 мг используют весы MC 210S, позволяющие измерение массы с точностью ± 1 мкг.

Навеску образца от 2 до 20 мг (в зависимости от содержания углерода или азота) в тонкостенной оловянной капсуле помещают в ячейку автосамплера. Систему хроматографа промывают инертным газом – гелием, подающимся со скоростью 120 см³/мин. Затем вместе с гелием вводят определенную порцию кислорода 10 см³, очищенного от азота, углерода и влаги. Исследуемый образец автоматически сбрасывается в реакционную кварцевую трубку за несколько мгновений до того, как ее достигнет кислород. При температуре 1000 °С протекает бурная экзотермическая реакция образования оксидов азота и углерода (II, IV), серы (IV), галогенов, водорода. Вместе с инертным газом-носителем смесь газообразных продуктов сгорания проходит через слой катализатора – гранулированного оксида хрома (III) (Cr₂O₃). На его поверхности идет дальнейшее окисление оксидов азота и углерода (II). В нижней части

реакционной трубки, заполненной оксидом кобальта (II, III) на серебре ($\text{Co}_3\text{O}_4/\text{Ag}$), поглощаются продукты сгорания, содержащие серу и галогены. После этого избыток кислорода, оксиды азота и углерода (IV) вместе с гелием поступают в восстановительную трубку, заполненную чистой проволочной медью, где при температуре $750\text{ }^\circ\text{C}$ поглощается кислород, а оксиды азота восстанавливаются до молекулярного азота. Далее смесь газов (CO_2 , N_2 и H_2O) проходит через адсорбционную ловушку для влаги, заполненную ангидроном ($\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$), и подается в газохроматографическую колонку, заполненную адсорбентом – сополимерами стирола и дивинилбензола (Porapak QS). При температуре $60\text{ }^\circ\text{C}$ смесь разделяется на компоненты, выходящие в следующем порядке: молекулярный азот, оксид углерода (IV).

Сигналы, индикаторные для каждого компонента газовой смеси, генерируются детектором (по теплопроводности), обрабатываются с помощью компьютерной программы Eager 200 и выдаются на мониторе компьютера в виде хроматограммы, а значения интегральных интенсивностей пиков, соответствующих N_2 или CO_2 , распечатываются на бумаге. Так как интегральная интенсивность пика на хроматограмме зависит от условий проведения анализа, предварительно перед каждой партией исследуемых проб трижды проводят градуировку прибора с использованием стандартных образцов. Кроме того, на хроматограмме трижды контролируют интенсивность «шумов», возникающих при сжигании пустой капсулы («холостой» опыт) [56].

4.2.4 Методика обработки результатов

Обработка полученных данных включает в себя статистический и эколого-геохимический анализ.

Для оценки числовых характеристики содержания химических элементов таких как, среднее арифметическое, среднее геометрическое, медиана, мода, максимум, минимум, стандартное отклонение, стандартная ошибка, коэффициент вариации, асимметрия, стандартная ошибка асимметрии, эксцесс, стандартная ошибка эксцесса, было использовано программное обеспечение Statistica 10.0. Статистическая обработка данных также включала в себя построение гистограмм распределения, графика собственных значений, круговой диаграммы факторных нагрузок.

Рассчитан такой геохимический показатель, как кларк концентрации (K):

$$K = \frac{C}{K_n},$$

где C – среднее содержание химического элемента в почве, мг/кг;

K_n – кларк химического элемента в почвах континентов (по данным [57]), мг/кг.

$$K = \frac{C}{K_{зк}},$$

где C – среднее содержание химического элемента в почве, мг/кг;

$K_{зк}$ – кларк химического элемента в земной коре (по данным [58]), мг/кг.

По данным расчетов кларков концентрации химических элементов были построены геохимические ряды ассоциаций, а также произведен расчет суммарного показателя загрязнения ($Z_{спз}$) для санитарно-гигиенической оценки почв

$$Z_{спз} = \sum K - (n - 1),$$

где K – кларк химических элементов;

n - число химических элементов, учитываемых в расчетах при выполнении условия $K > 1$.

Для величины суммарного показателя загрязнения используется градация [60]:

менее 16 – низкая степень загрязнения;

16-32 – средняя степень загрязнения;

32-128 – высокая степень загрязнения;

более 128 – очень высокая степень загрязнения.

Также была проведена оценка эколого-гигиенических параметров почв. Был посчитан коэффициент концентрации относительно предельно допустимых концентраций (ПДК), которые указаны в [59].

$$K_{пдк} = \frac{C}{СПДК},$$

где C – среднее содержание химического элемента в почве, мг/кг;

Глава 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Цель данной работы заключается в характеристике современного состояния почвенного покрова на территории действующего каменноугольного месторождения (АО «Разрез Тугнуйский») на основании проб почв. Основной задачей является определение основного перечня элементов-загрязнителей, которые концентрируются в почвах при разработке месторождения, а также сжигании углей на местном ТЭЦ. Для данного исследования были отобраны пробы почв, приуроченные к зонам различного функционального назначения (n=20).

В связи с тем, что реализация данного проекта весьма трудоёмка и затратна с финансовой точки зрения, так важно рассмотреть ценность исследования с коммерческой точки зрения. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-технического исследования, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

- организовать работы по научному исследованию;
- осуществить планирование этапов выполнения исследования;
- оценить коммерческий потенциал и перспективность проведения научного исследования;
- рассчитать бюджет проводимого научно-технического исследования;

- произвести оценку социальной и экономической эффективности исследования.

6.1. Предпроектный анализ

6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

В данном проекте сегментами рынка являются:

- Министерство природопользования и экологии Республики Бурятия;
- Министерство здравоохранения Республики Бурятия;
- Научно-исследовательские организации, университеты;
- Граждане.

6.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

В данном научном исследовании анализируется геохимический состав почв и определение основного перечня элементов-загрязнителей, которые концентрируются в почвах при разработке месторождения.

В таблице 1 приведена оценка конкурентов, где Ф – разрабатываемый проект, к1 – исследование, проведенное инженером-экологом в научно-исследовательском институте, к2 – исследование, проведенное научно-исследовательской организацией.

Таблица 15

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности	0,15	5	4	4	0,75	0,6	0,6
2. Точность	0,15	4	4	4	0,6	0,6	0,6
3. Скорость	0,15	4	5	5	0,6	0,75	0,75
4. Технологичность	0,15	4	4	4	0,6	0,6	0,6
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,14	5	5	4	0,7	0,7	0,56
2. Цена	0,14	5	3	3	0,7	0,42	0,42
3. Время	0,12	3	4	5	0,36	0,46	0,6
Итого	1	30	29	29	4,31	4,13	4,13

Критерии оценки подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Вес показателей в сумме должны составлять 1. Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i$$

где: K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя.

Результаты данного анализа показывают, что проект однозначно не превосходит своих конкурентов из других образовательных организаций, поскольку аналитические исследования выполняются на подобных установках и точность результатов у всех одинакова. Однако есть небольшие преимущества в коммерческом плане, так как анализы проходят на установках ТПУ и студент освобождается от уплаты за их использование. Но возможны задержки в связи с плотным графиком лаборантов и очередей на их использование.

6.1.3 SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта (таблица 16). Применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Анализ проводится в 3 этапа.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Таблица 16

Матрица SWOT-анализа

<p>Сильные стороны С1. Низкая цена проекта С2. Отсутствие подобного исследования на исследуемой территории С3. Достаточно высокая точность результатов С4. Распространённость и доступность объектов исследования С5. Интерес со стороны органов исполнительной власти</p>	<p>Слабые стороны Сл1. Удаленность территории объекта исследования Сл2. Погрешность методов анализа Сл3. Для реализации исследования необходимо привлечение большого массива информации Сл4. Необходимость в специальном программном обеспечении Сл5. Быстрая потеря актуальности работы</p>
<p>Возможности В1. Возможность получения грантов и именных стипендия для развития своего проекта В2. Использование инженерных мощностей ТПУ В3. Участие в симпозиумах и конференциях для повышения квалификации</p>	<p>Угрозы У1. В отсутствии интереса у населения У2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства У3. Выход из строя специального аналитического оборудования</p>

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

Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 3. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Таблица 17

Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны проекта				
		C1.	C2.	C3.	C4.	C5.
Возможности проекта	B1.	0	+	+	+	+
	B2.	+	+	+	-	-
	B3.	-	0	+	+	+

		Слабые стороны проекта				
		Сл1.	Сл2.	Сл3.	Сл4.	Сл5.
Возможности проекта	B1.	-	-	+	-	-
	B2.	-	-	+	+	-
	B3.	-	-	-	-	-

		Сильные стороны проекта				
		C1.	C2.	C3.	C4.	C5.
Угрозы	У1.	-	-	-	-	0
	У2.	+	-	-	-	+
	У3.	-	+	+	-	-

		Слабые стороны проекта				
		Сл1.	Сл2.	Сл3.	Сл4.	Сл5.
Угрозы	У1.	+	-	-	-	+
	У2.	-	-	+	+	0
	У3.	+	-	-	+	-

В рамках *третьего этапа* должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа (таблица 4).

Таблица 18

SWOT-анализ

	Сильные стороны	Слабые стороны
	C1. Низкая цена проекта	Сл1. Удаленность территории объекта исследования
	C2. Отсутствие подобного исследования на исследуемой территории	Сл2. Погрешность методов анализа
	C3. Достаточно высокая точность результатов	Сл3. Для реализации исследования необходимо привлечение большого массива информации
	C4. Распространённость и доступность объектов исследования	

	С5. Интерес со стороны органов исполнительной власти	Сл4. Необходимость в специальном программном обеспечении Сл5. Быстрая потеря актуальности работы.
Возможности В1. Возможность получения грантов и именных стипендия для развития своего проекта В2. Использование инженерных мощностей ТПУ В3. Участие в симпозиумах и конференциях для повышения квалификации	Возможное увеличение спроса на подобные исследования в силу увеличивающейся обеспокоенности общества об экологической обстановке в мире	Дополнительный спрос может быть незначительным, в силу трудоемкости выполнения отбора материала для анализа и отсутствия бюджетных средств
Угрозы У1. В отсутствии интереса у населения У2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства У3. Выход из строя специального аналитического оборудования	Исследование слабо зависит от внешних условий, однако зависит от работы аналитических инструментов и любой их выход из строя может навредить реализации проекта	Длительные процесс по отбору и подготовке проб, а также быстрая утрата актуальности данного исследования

6.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Для оценки степени готовности научной разработки к коммерциализации и выяснении уровня собственных знаний для ее проведения заполняется специальная форма, содержащая показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта (таблица 5).

При проведении анализа по таблице, по каждому показателю ставится оценка по пятибалльной шкале. При оценке степени проработанности научного проекта 1 балл означает не проработанность проекта, 2 балла – слабую проработанность, 3 балла – выполнено, но в качестве не уверен, 4 балла – выполнено качественно, 5 баллов – имеется положительное заключение независимого эксперта. Для оценки уровня имеющихся знаний у разработчика система баллов принимает следующий вид: 1 означает не знаком или мало знаю, 2 – в объеме теоретических знаний, 3 – знаю теорию и практические примеры применения, 4 – знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 – знаю теорию, выполняю и могу консультировать.

Таблица 19

Оценка степени готовности проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	4	4
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	2	2
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	3	3
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	2	2
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	5
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	5	5
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	2	2
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	1	1
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	2	2
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	3
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	1
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	3	3
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	1	1
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	1	1
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	5	5
	ИТОГО БАЛЛОВ	41	40

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i$$

где: $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. Итоговые значения говорят о том, что перспективность данного проекта оцениваются как средние.

Для улучшения данного проекта, разработчику следует задуматься о проработке путей для выхода на международный рынок со своим проектом, а так же начать поиск единомышленников в этом направлении.

6.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

Для коммерциализации результатов, научная работы со всеми выводами и интерпретациями полученных результатов, будет использоваться метод передачи интеллектуальной собственности. Передача интеллектуальной собственности будет производиться в уставной капитал заинтересованного учреждения или в органы исполнительной власти. Поскольку данная работа может представлять интерес для образовательных учреждения, которые располагаются ближе к исследуемой территории и работают в этом направлении.

6.2 Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта (таблица 20).

Таблица 20

Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
НИ ТПУ	Выпуск высококвалифицированных специалистов
Министерство природопользования и экологии Республики Бурятия	Получение эколого-геохимического исследования на территории действующего каменноугольного месторождения

В таблице 7 представлена иерархия целей проекта и критерии достижения целей.

Таблица 21

Цели и результат проекта

Цели проекта:	Эколого-литогеохимическая оценка состояния окружающей среды на территории действующего каменноугольного месторождения (АО «Разрез Тугнуйский») на основании проб почв для определения основного перечня элементов-загрязнителей, которые концентрируются в почвах при разработке месторождения
Ожидаемые результаты проекта:	Определение основного перечня элементов-загрязнителей, которые концентрируются в почвах при разработке месторождения, оценка рисков для здоровья населения.
Критерии приемки результата проекта:	Произвести расчеты КК, выявить геохимическую специализацию почв относительно построенных геохимических рядов, вычислять коэффициент биологического поглощения
Требования к результату проекта:	Требование:
	Отобрать пробы почв, произвести пробоподготовку для лабораторных аналитических исследований;
	Подготовить пробы для анализа в лаборатории, отдать пробы на анализ;
	Провести обработку/интерпретацию полученных данных;
	Выявить факторы, влияющие на химический состав природных объектов.

В таблице 22 представлена организационная структура проекта (роль каждого участника, их функции, трудозатраты).

Таблица 22

Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1.	Осипова Н.А., НИ ТПУ, доцент ОГ ИШПР	Руководитель проекта	Консультирование, координация деятельности, определение задач, контроль выполнения.	200
2.	Новолодская Э.В., магистрант гр. 2ГМ01 ОГ ИШПР	Исполнитель по проекту	Анализ литературных источников, пробоподготовка, анализ лабораторных данных, написание работы	800
ИТОГО:				1000

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» – параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованными в рамках данного проекта (таблица 9).

Таблица 23

Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	1478873,65

3.1.1. Источник финансирования	НИ ТПУ
3.2. Сроки проекта:	01.09.2020-31.05.2022
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	18.09.2020
3.2.2. Дата завершения проекта	31.05.2022

6.3 Планирование управления научно-техническим проектом

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы:

- иерархическая структура работ проекта;
- контрольные события проекта;
- план проекта;
- бюджет научного исследования.

6.3.1 Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта (Рисунок 23).



Рисунок – 23 Иерархическая структура работ

6.3.2 План проект

В рамках планирования научного проекта построены календарный график проекта (таблица 24,25).

Таблица 24

Календарный план проекта

Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
Утверждение темы магистерской диссертации	7	18.09.20	25.09.20	Новолодская Э.В., Осипова Н.А.
Согласование плана работ	7	25.09.20	02.10.20	Новолодская Э.В., Осипова Н.А.
Отбор проб	7	23.08.21	30.08.21	Новолодская Э.В.
Пробоподготовка к анализу	63	18.10.21	20.12.21	Новолодская Э.В.
Литературный обзор	28	14.02.22	14.03.22	Новолодская Э.В.
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	28	14.03.22	11.04.22	Новолодская Э.В., Осипова Н.А.
Написание отчета	50	11.04.22	31.05.22	Новолодская Э.В.
Итого:	190			

6.4 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты сгруппированы по статьям. В данном исследовании выделены следующие статьи:

1. Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты;
2. Специальное оборудование для научных работ;
3. Заработная плата;
4. Отчисления на социальные нужды;
5. Научные и производственные командировки;
6. Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями;
7. Накладные расходы.

Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов). В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме (таблица 26).

Таблица 26

Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Наименование	Количество, шт	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Тетрадь	1	40,0	40,0
Ручка шариковая	4	30,0	120,0
Полиэтиленовые пакеты	30	5,0	150,0
Маркер	1	60,0	60,0
Спирт этиловый	1	150,0	150,0
Вата медицинская	1	100,0	100,0
Зип- пакеты	30	3,0	90,0
Перчатки одноразовые	5	10,0	50,0
Эпандорф	25	30,0	750,0
Всего за материалы		1510,00	
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)			75,5
Итого по статье			1585,5

Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ. В данную статью включены все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по теме НИР, а стоимость

оборудования, используемого при выполнении конкретного научного проекта и имеющегося в данной научно-технической организации, учитывается в виде амортизационных отчислений. (таблица 27).

Таблица 27

Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Годовая норма амортизации, %	Годовая сумма амортизационных исчислений, руб.
1	Компьютер (НР)	1	50000,0	12,5	6250,0
2	Программное обеспечение MicrosoftOffice	1	5990,0	12,5	748,75
3	Программное обеспечение Statistica	1	20000	12,5	2500
4	Программное обеспечение Surfer 11	1	20000	12,5	2500
5	Электронные весы	1	25000,0	12,5	3125
6	Исследовательский ядерный реактор ИРТ-Т	1	1000000	12,5	125000
7	Ртутный газоанализатор РА 915+	1	100000	12,5	12500
Итого, руб.:					152623,75

Расчет основной заработной платы. В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 14.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

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

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}$$

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

$T_{\text{раб}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}$$

где: $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Расчет заработной платы научно – производственного и прочего персонала проекта проводили с учетом работы 2-х человек – научного руководителя и исполнителя. Баланс рабочего времени исполнителей представлен в таблице 28.

Таблица 28

Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Магистрант
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	99	99
- выходные дни	14	14
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	24	24
- отпуск	14	14
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	212	212

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} \cdot (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \text{ где}$$

$Z_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент (определяется Положением об оплате труда);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

При расчете заработной платы научно-производственного и прочего персонала проекта учитывались месячные должностные оклады работников, которые рассчитывались по формуле:

$$Z_m = Z_b * K_p, \text{ где}$$

Z_b – базовый оклад, руб.;

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

Согласно информации сайта Томского политехнического университета, должностной оклад (ППС) доцента кандидата наук в 2022 году без учета РК составил 33664 руб. Расчет основной заработной платы приведен в таблице 29.

Таблица 29

Расчет основной заработной платы

Исполнитель и	Z_b , руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	33664	1	0,02	1,3	44638,46	2374,4	212	497318,7
Магистрант	3371	-	-	1,3	4469,95	236,15	212	50063,4

Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала. В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{доп} = Z_{осн} * k_{доп}, \text{ где}$$

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{осн}$ – основная заработная плата, руб.

В таблице 16 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 30

Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Магистрант
Основная зарплата	497318,7	50063,4
Дополнительная зарплата	49731,8	5006,3
Итого по статье $C_{зп}$	547050,5	55069,7

Отчисления на социальные нужды. Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{внеб} = k_{внеб} * (Z_{осн} + Z_{доп})$$

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

Стипендиальный выплаты студентам, магистрам и аспирантам не облагаются налогом.

Отчисления на социальные нужды руководителя и исполнителя составляют соответственно:

$$C_{\text{внеб(руководитель)}} = 0,3 * 547050,5 = 164115,1 \text{ рублей};$$

$$C_{\text{внеб(исполнитель)}} = 0,3 * 55069,7 = 16520,9 \text{ рублей.}$$

$$C_{\text{внеб(общее)}} = 164115,1 + 16520,9 = 180636 \text{ рублей.}$$

Научные и производственные командировки. В эту статью включаются расходы по командировкам научного и производственного персонала, связанного с непосредственным выполнением конкретного проекта, величина которых принимается в размере 10% от основной и дополнительной заработной платы всего персонала, занятого на выполнении данной темы.

Затраты на научные и производственные командировки составляют 60212,0 руб.

Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями.

На эту статью расходов в данном проекте относится использование Internet. Величина этих расходов определялась по договорным условиям и составляет 3600 руб.

Накладные расходы. Расчет накладных расходов провели по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}})$$

$$C_{\text{накл(руководитель)}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,8 \cdot (497318,7 + 49731,8) = 437640,4$$

$$C_{\text{накл(исполнитель)}} = 0,8 \cdot (50063,4 + 5006,3) = 44055,8$$

где $K_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов принят 0,8.

Таким образом, затраты проекта составляют 1479869,3, которые приведены в таблице 31.

Таблица 31

Затраты научно-исследовательской работы

Вид исследования	Затраты по статьям									
	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Научные и производственные командировки	Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями	Прочие прямые расходы	Накладные расходы	Итого плановая себестоимость
Данное исследование	1585,5	152623,75	547382,1	54738,1	180636	60212	-	-	481696,2	<u>1478873,65</u>
Аналог	4000	200000	765347,6	76534,7	259732,1	84188,2	250000	-	673505,6	2313308,2

6.4.1 Организационная структура проекта

Данный проект представлен в виде проектной организационной структуры. Проектная организационная структура настоящего проекта представлена на рисунке 2.



Рисунок – 24 Проектная структура проекта

6.4.2 План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта (таблица 32).

Таблица 32

План управления коммуникациями

№ п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1.	Статус проекта	Исполнитель	Руководителю	Еженедельно (понедельник)
2.	Обмен информацией о текущем состоянии проекта	Исполнитель	Руководителю	Ежемесячно (конец месяца)
3.	Документы и информация по проекту	Исполнитель	Руководителю	Не позже сроков графиков и к. точек
4.	О выполнении контрольной точки	Исполнитель	Руководителю	Не позже дня контрольного события по плану управления

6.4.3 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты.

Информация по возможным рискам сведена в таблицу 33.

Таблица 33

Реестр рисков

№	Риск	Вероятность наступления	Влияние риска	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Неточность метода анализа	2	5	Низкий	Внешний и внутренние анализы	Низкая точность метода анализа
2	Погрешность расчетов	3	5	Средний	Пересчет, проверка	Невнимательность
3	Отсутствие интереса к результатам исследования	1	5	Низкий	Привлечение предприятий, публикация результатов	Отсутствие результатов исследования
4	Выход из строя аналитического оборудования	2	5	Низкий	Привлечение сторонних организаций для проведения анализов	Неправильная эксплуатация оборудования

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

6.5.1 Оценка абсолютной эффективности исследования

В основе проектного подхода к инвестиционной деятельности предприятия лежит принцип денежных потоков. Особенностью является его прогнозный и долгосрочный характер, поэтому в применяемом подходе к анализу учитываются фактор времени и фактор риска. Для оценки общей экономической эффективности используются следующие основные показатели:

- чистая текущая стоимость (NPV);
- индекс доходности (PI);
- внутренняя ставка доходности (IRR);
- срок окупаемости (DPP).

Чистая текущая стоимость (NPV) – это показатель экономической эффективности инвестиционного проекта, который рассчитывается путём дисконтирования (приведения к текущей стоимости, т.е. на момент инвестирования) ожидаемых денежных потоков (как доходов, так и расходов).

Расчёт NPV осуществляется по следующей формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{опt}}{(1+i)^t} - I_0$$

где: ЧДП_{опt} – чистые денежные поступления от операционной деятельности;

I_0 – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году;

t – номер шага расчета ($t= 0, 1, 2 \dots n$)

n – горизонт расчета;

i – ставка дисконтирования (желаемый уровень доходности инвестируемых средств).

Расчёт NPV позволяет судить о целесообразности инвестирования денежных средств. Если $NPV > 0$, то проект оказывается эффективным.

Расчет чистой текущей стоимости представлен в таблице 21. При расчете рентабельность проекта составляла **20-25 %**, норма амортизации - 10 %.

$Aг = Cперв * Na / 100$, себестоимость = 1478873,7

Выручка = себестоимость * 1,25 = 1848592,1 рублей.

Таблица 34

Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации, руб.	0	1848592,1	1848592,1	1848592,1	1848592,1
2	Итого приток, руб.	0	1848592,1	1848592,1	1848592,1	1848592,1
3	Инвестиционные издержки, руб.	-1478873,7	0	0	0	0
4	Операционные затраты, руб. (35% от бюджета)	0	647007,2	647007,2	647007,2	647007,2
5	Налогооблагаемая прибыль(1-4)	0	1201584,9	1201584,9	1201584,9	1201584,9
6	Налоги 20 %, руб.	0	240316,9	240316,9	240316,9	240316,9
8	Чистая прибыль, руб.(5-6)	0	961268	961268	961268	961268
9	Чистый денежный поток (ЧДП), руб.(чистая прибыль+амортизация)	-1478873,7	1109155,3	1109155,3	1109155,3	1109155,3

10	Коэффициент дисконтирования при $i=20\%$ (КД)	1	<u>0,833</u>	<u>0,694</u>	<u>0,578</u>	<u>0,482</u>
11	Чистый дисконтированный денежный поток (ЧДД), руб.(9*10)	-1478873,7	923926,4	769753,8	641091,8	534612,9
12	Σ ЧДД	2869384,9 руб.				
12	Итого NPV, руб.	1390511,2				

Коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$КД = \frac{1}{(1+i)^t}$$

где: i – ставка дисконтирования, 20 %;

t – шаг расчета.

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 1390511,2 рублей, что позволяет судить об его эффективности, так как выполняется условие $x > NPV$.

Индекс доходности (PI) – показатель эффективности инвестиции, представляющий собой отношение дисконтированных доходов к размеру инвестиционного капитала. Данный показатель позволяет определить инвестиционную эффективность вложений в данный проект. Индекс доходности рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_t}{(1+i)^t} / I_0 > 1$$

где: ЧДД - чистый денежный поток, руб.;

I_0 – начальный инвестиционный капитал, руб.

Таким образом PI для данного проекта составляет:

$$PI = \frac{2869384,9}{1478873,7} = 1,94$$

Так как $PI > 1$, то проект является эффективным.

Внутренняя ставка доходности (IRR). Значение ставки, при которой обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или IRR. Формальное определение «внутренней ставки доходности» заключается в том, что это та ставка дисконтирования, при которой суммы дисконтированных притоков денежных средств равны сумме дисконтированных оттоков или =0. По разности между IRR и ставкой дисконтирования i можно судить о запасе

экономической прочности инвестиционного проекта. Чем ближе IRR к ставке дисконтирования i , тем больше риск от инвестирования в данный проект.

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования (i) существует обратная зависимость. Эта зависимость представлена в таблице 35.

Таблица 35

Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	
1	Чистые денежные потоки, руб.	-1478873,7	1109155,3	1109155,3	1109155,3	1109155,3	NPV, руб.
2	Коэффициент дисконтирования						
	0,1	1	0,909	0,826	0,751	0,683	
	0,2	1	0,833	0,694	0,578	0,482	
	0,3	1	0,769	0,592	0,455	0,350	
	0,4	1	0,714	0,510	0,364	0,260	
	0,5	1	0,667	0,444	0,295	0,198	
	0,6	1	0,625	0,390	0,244	0,153	
	0,7	1	0,588	0,335	0,203	0,112	
	0,8	1	0,556	0,309	0,171	0,095	
	0,9	1	0,526	0,277	0,146	0,077	
	1	1	0,500	0,250	0,125	0,062	
3	Дисконтированный денежный поток, руб.						
	0,1	-1478873,7	1008222,2	916162,3	832975,6	757553,1	2036039,4
	0,2	-1478873,7	923926,4	769753,8	641091,8	534612,9	1390511,1
	0,3	-1478873,7	852940,4	656619,9	504665,7	388204,4	923556,7
	0,4	-1478873,7	791936,9	565669,2	403732,5	288380,4	570845,3
	0,5	-1478873,7	739806,6	492465,0	327200,8	219612,7	300211,4
	0,6	-1478873,7	693222,1	432570,6	270633,9	169700,8	87253,6
	0,7	-1478873,7	652183,3	371567,0	225158,5	124225,4	-105739,4
	0,8	-1478873,7	616690,3	342729,0	189665,6	105369,8	-224419,1
	0,9	-1478873,7	583415,7	307236,0	161936,7	85405,0	-340880,4
	1,0	-1478873,7	1008222,2	916162,3	832975,6	757553,1	2036039,4

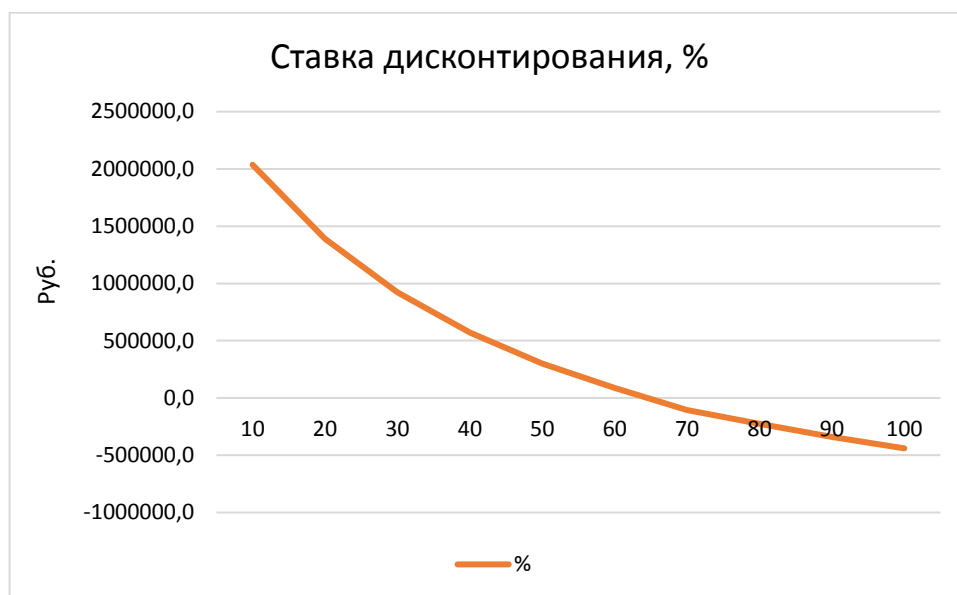


Рисунок – 25 Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или «внутренней нормы прибыли». Из графика получаем, что IRR составляет 0,65.

$IRR > i$, проект эффективен.

Запас экономической прочности проекта: $65\% - 20\% = 45\%$

Дисконтированный срок окупаемости. Как отмечалось ранее, одним из недостатков показателя простого срока окупаемости является игнорирование в процессе его расчета разной ценности денег во времени.

Этот недостаток устраняется путем определения дисконтированного срока окупаемости. То есть это время, за которое денежные средства должны совершить оборот.

Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока (таблица 36).

Таблица 36

Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Дисконтированный чистый денежный поток ($i = 0,20$), руб.	-1478873,7	923926,4	769753,8	641091,8	534612,9

2	То же нарастающим итогом, руб.	-1478873,7	-554947,3	214806,5	855898,3	1390511,2
3	Дисконтированный срок окупаемости	$DPР_{дск} = 1 + (554947,3 / 769753,8) = 1,72$ года				

Социальная эффективность научного проекта учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населений или групп лиц, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты (таблица 37).

Таблица 37

Критерии социальной эффективности

ДО	ПОСЛЕ
Отсутствие информации об элементном составе почвенного покрова Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения.	Впервые получены данные об элементном составе почвенного покрова Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения.
Нехватка обширных и достоверных данных по содержанию элементов-загрязнителей в почвенном покрове.	Получены данные по содержанию элементов-загрязнителей в почвенном покрове.

6.5.2 Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по следующей формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}$$

где: $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – 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 отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в форме таблицы 38.

Таблица 38

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ ПО	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Выход продукта)	0,20	5	5	4
2. Удобство в эксплуатации	0,15	5	3	3
3. Надежность	0,15	4	4	4
4. Безопасность	0,15	4	3	4
5. Простота эксплуатации	0,15	5	4	5
6. Возможность автоматизации данных	0,20	5	4	5
Итого	1	28	23	25

$$I_m^p = 5 \cdot 0,20 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,20 = 4,7$$

$$I_1^A = 5 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,20 = 3,9$$

$$I_2^A = 4 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,20 = 4,2$$

Интегральный показатель эффективности разработки $I_{\text{финр}}^p$ и аналога $I_{\text{финр}}^a$ определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^p}{I_{\phi}^p}; I_{\text{финр}}^a = \frac{I_m^a}{I_{\phi}^a}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^a}$$

где: $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ – сравнительная эффективность проекта;

$I_{\text{финр}}^p$ – интегральный показатель разработки;

$I_{\text{финр}}^a$ – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Сравнительная эффективность разработки по сравнению с аналогами представлена в таблице 39.

Таблица 39

Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,18	0,16	0,16
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,50	3,85	4,00
3	Интегральный показатель эффективности	23,12	22,83	23,03
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,02	1,01	1,0

Выводы: Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять, что разработанный вариант проведения проекта является наиболее эффективным при решении поставленной в магистерской диссертации технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

В ходе выполнения раздела финансового менеджмента определена чистая текущая стоимость, (NPV), равная 1390511,2 руб.; индекс доходности

$PI=1,94$, внутренняя ставка доходности $IRR=65\%$, срок окупаемости $PP_{дск}=1,72$ года.

Таким образом мы имеем ресурсоэффективный проект с высоким запасом финансовой прочности и удовлетворительным сроком окупаемости.

Глава 7. Социальная ответственность при эколого- литогеохимической характеристике Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения

Цель данной работы заключается в характеристике современного состояния почвенного покрова на территории действующего каменноугольного месторождения (Олонь-Шибирское каменноугольное месторождение) на основании проб почв. Основной задачей является определение основного перечня элементов-загрязнителей, которые концентрируются в почвах при разработке месторождения, а также сжигании углей на местном ТЭЦ. Для данного исследования были отобраны пробы почв, приуроченные к зонам различного функционального назначения (n=20).

Олонь-Шибирское месторождение располагается на границе Мухоршибирского района Республики Бурятии и Петровск-Забайкальского района Забайкальского края. Активная разработка месторождения открытым способом приводит к большому объему выбросов взвешенных веществ во время буровзрывных работ, транспортировки угля и вскрышных пород, содержащих в себе токсичные соединения, тяжелые металлы, которые осаждаются на растительный покров, попадают в последующем в почву, которая способна накапливать их в себе. Поступление данных веществ в организм человека способно вызвать острые ответные реакции органов и систем органов, зачастую переходя в хронические стадии. Под риском находятся в первую очередь работники предприятия, а также местное население поселка, расположенного в 6 км от месторождения.

В данной главе будут рассматриваться основные факторы риска, при выполнении данного проекта, а также условия труда в учебных корпусах и лабораториях НИИББ ТГУ (место выполнения анализов).

Рабочее место располагается в здании Научно-Исследовательского Института Биологии и Биофизики Томского Государственного Университета на 4 этаже. Лаборатория имеет как естественное, так и искусственное

освещение. Длина помещения 8 м, ширина 4 м. Помещение предназначено для работы с исследуемыми образцами проб и подготовки к отправке на аналитические исследования. Кабинет оснащён искусственной вентиляцией, аналитическими весами, электрической плитой, муфельной печью, сушильными шкафами и рабочими местами. Подготовка проб проходила в соответствии с нормативными документами, после чего они были доставлены в лабораторию.

Выполнение данной выпускной квалификационной работы осуществлялось с помощью специализированного программного обеспечения. Для обработки статистических параметров использовались «Microsoft Excel» и «Statistica».

7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Правовое обеспечение безопасности условий труда регулируется в соответствии с Конституцией РФ, в которой задокументировано право каждого гражданина на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены. ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» устанавливает требование об отсутствии вредного воздействия на человека на рабочем месте [71].

Организационные мероприятия по обеспечению безопасности на рабочем месте регулируются санитарными правилами и нормами СанПин 1.2.3685-21, где содержатся сведения о нормативных показателях площади помещения, параметров мебели и электронных средств обучения, о коэффициенте отражения на месте выполнения исследовательских задач в рамках выпускной квалификационной работы магистра [72].

Большая часть пробоподготовки выполнялась сидя, рабочее место регламентировалось исходя из правовых документов ГОСТ 12.2.032-78 [73]. Магистранту так же был предоставлен эргономический стул, подходящий под общие требования ГОСТ 21889-76 [74]:

- Плавная регулировка с шагом 15 мм
- Надежная фиксация в заданном положении
- Конструкция кресла не затрудняла рабочих действий

Для выполнения некоторых задач положение студента регламентировалось ГОСТ 12.2.033-78 [75]. Конструкция, взаимное расположение элементов рабочего места соответствовали антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы.

Все этапы пробоподготовки проводились в аналитической лаборатории во избежание несчастных случаев, в соответствии с ПНД Ф 12.13.1-03 [76], были выполнены правила безопасной работы в химической лаборатории, включая правила пожарной безопасности и электробезопасности, а также проведён инструктаж о способах оказания первой помощи. Инструктаж проводился дважды в год, лицом, ответственным за безопасность в данной лаборатории.

В виду работы множества электрических приборов, которые использовались для просушивания образцов почв и их истирания до необходимого размера фракций, важно было поддерживать правильный микроклимат в помещении, который регламентируется СанПиН 2.2.4.548–96 [77].

Таблица 39

Параметры микроклимата для лабораторных помещений

Период года	Параметр микроклимата	Величина
Теплый	Температура воздуха в помещении	23-25 °С
	Относительная влажность	40-60%

	Скорость движения воздуха	0,1— 0,2м/с
--	---------------------------	-------------

При выполнении данной магистерской работы большая ее часть была выполнена с использованием компьютера, в связи с чем необходимо рассмотреть требования безопасности в области эксплуатации персонального компьютера.

Для предотвращения головных болей, головокружения, нарушения сна и подавленности эмоционального состояния на протяжении всей работы проводилась проверка шумового воздействия, так как превышение установленных нормативами показаний может привести как ухудшению слуха или его потере.

Допустимые уровни звукового давления и уровней звука, создаваемых ПК, представлены в таблице 2.

Таблица 40

Допустимые значения СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 уровней звукового давления в октавных полосах частот и уровня звука, создаваемого ПК [9]

Уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами									Уровни звука в дБ
31,5 Гц	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц	8000 Гц	
86 дБ	71 дБ	61 дБ	54 дБ	49 дБ	45 дБ	42 дБ	40 дБ	38 дБ	

Измерение уровня звука и уровней звукового давления проводится на расстоянии 50 см от поверхности оборудования и на высоте расположения источника(ков) звука.

Помимо всего вышперечисленного, период работы строго регламентировался Трудовым кодексом Российской Федерации N 197-ФЗ, с перерывами на обед не менее чем на 30 минут. После каждого часа, проведенного за компьютером, были произведены перерывы на 10-15 минут

для снятия усталости с глаз. Ежедневная работа не составляла более чем 12 часов в сутки.

Такими образом, весь процесс по подготовке рабочего проекта выполнялся в соответствии с нормативными документами.

7.2 Производственная безопасность

Совокупность факторов, оказывающих влияние на участников производственных процессов и степень их влияния, регламентируется на уровне нормативно-правовых актов.

Разделение факторов воздействия на вредные и опасные связаны с параметром, его количественными величинами, интенсивностью и характером воздействия. Вредные факторы могут привести к возникновению у исполнителя работ заболеваний, опасные – травм.

В процессе полевых работ отбора проб почв можно выделить следующие вредные и опасные факторы:

1. Шумовое загрязнение вблизи автомобильных дорог;
2. Локальное вибрационное воздействие при буровзрывных работах на месторождении, а также при прохождении вблизи работающего тяжелой автомобильной техники;
3. Тепловой удар при работе на открытых участках местности в солнечную погоду;
4. Низкая транспортная доступность, увеличивающая риск получения различного рода травм;
5. Жала насекомых и иные части тела живых организмов, используемые ими для защиты или нападения, включая укусы при отборе проб в местах зеленых насаждений;
6. Движущаяся крупногабаритная автомобильная техника, способная нанести вред здоровью исследователю.

Поскольку процесс пробоотбора был кратковременным и оперативным целесообразнее будет разобрать факторы, способные причинить вред

студенту, в процессе лабораторных работ, которые заняли основное время работы при подготовке магистерской квалификационной работы.

Таблица 42

Возможные опасные и вредные производственные факторы в лабораторных условиях

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Отклонение показателей микроклимата в помещении	СанПиН 2.2.4.548-96 [8]
Повышенный уровень шума	ГОСТ 12.1.029-80 [10]
Недостаточная освещенность рабочей зоны	ГОСТ Р 55710-2013 [11]
Поражение электрическим током	ГОСТ 12.1.019-2017 [12]
Нервно-психические перегрузки	ГОСТ 12.0.003-2015 [13]
Пожароопасность	ГОСТ 12.1.004-91 [1]

Требования к параметрам микроклимата на рабочих местах всех видов производственных помещений установлены СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Шум является одной из форм вредного воздействия на окружающую природную среду. Повышение шумового фона влечет за собой негативные

последствия для психического и физического здоровья человека. Наибольшую угрозу он представляет для тех, кто в силу своей профессии вынужден постоянно подвергаться воздействию шума, требования к данным параметрам установлены ГОСТ 12.1.029-80.

Освещенность - важнейший параметр на рабочем месте, обеспечивающий комфортные условия, повышенную эффективность и безопасность труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

Недостаточное освещение рабочего места затрудняет длительную работу, вызывает повышенное утомление и способствует развитию близорукости. Слишком низкие уровни освещенности вызывают апатию, сонливость, а в некоторых случаях способствуют развитию чувства тревоги. Длительное пребывание в условиях недостаточного освещения сопровождается снижением интенсивности обмена веществ в организме и ослаблением его реактивности. Требования к параметрам установлены ГОСТ Р 55710-2013.

В связи с большим количеством электрических приборов и установок в лаборатории, необходимо обеспечить собственную безопасности при работе с приборами, связанными с электрическим током. Специальные нормативные документы регламентируют правила обращения и способы защиты от производственных травм.

Возникновение электротравм чаще всего обусловлено следующими обстоятельствами:

- случайным прикосновением к токоведущим частям, находящимся под напряжением
- неисправности защитных средств, посредством которых пострадавший прикасается к токоведущим частям
- отсутствия четкой и правильной маркировки электрооборудования

- самовольного снятия ограждений, переносных защитных заземлений

В связи с тем, что при выполнении исследовательских задач, исполнитель вынужден длительное время работать за компьютером, есть необходимость в том, чтобы дать характеристику допустимой величине напряженности электростатического поля, зависящего от времени воздействия. Таким образом, при полноценном рабочем дне исполнителя (8 часов), предельно допустимый уровень напряженности электростатического поля будет составлять 20 кВ/м [74].

В течении периода по выполнению лабораторных работ может возникнуть пожар. Основными причинами его появления могут послужить:

- неисправность проводки и сбои в работе приборов и компьютерной технике
- халатность сотрудника при выполнении работ.

При возникновении пожара человек подвергается действию высоких температур, вдыханию едких и удушливых газов, влиянию задымленности.

Все помещения лаборатории должны соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91.

Произведем расчет системы равномерного искусственного освещения для помещения, в котором происходила работа.

Размещение светильников в помещении определяется следующими параметрами:

1. H - высота помещения, которая составляет 4,5 м.
2. h_c – расстояние светильников от перекрытия, 0,5 м.
3. h_n – высота светильника над полом, 4 м;
4. $h_{рп}$ – высота рабочей поверхности над полом, 1,2 м;
5. h – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью составляют 2,8 м;
6. L – расстояние между соседними светильниками или рядами;

Которое рассчитывается по формуле:

$$L = \lambda * h, (1)$$

где λ – наивыгоднейшее расположение светильников, значение для светильников типа ГС, ЛЦ составляет 1,6. Следовательно L можно вычислить как отношение 2,5 к 1,6. $L=4$ м.

Оптимальное расстояние l от крайнего ряда светильников до стены рекомендуется принимать равным $L/3$. Следовательно $l= 4/3=1,33$ м.

Количество рядов светильников с люминесцентными лампами определяется по формуле:

$$n_{\text{ряд}} = \frac{B - \frac{2}{3}L}{L} + 1 = \frac{3 - \frac{2}{3} \cdot 4}{4} + 1 = 1,085 (2)$$

где $n_{\text{ряд}}$ – количество рядов;

B – ширина помещения, м;

L – расстояние между рядами светильников, м.

Количество светильников с люминесцентными лампами определяется по формуле:

$$n_{\text{св}} = \frac{A - \frac{2}{3}L}{l_{\text{св}} + 0,5} = \frac{10 - \frac{2}{3} \cdot 4}{1 + 0,5} = 4,93 (3)$$

где $n_{\text{св}}$ – количество светильников в ряду;

A – длина помещения, м;

$l_{\text{св}}$ – длина светильника, м.

Общее количество светильников с люминесцентными лампами в помещении определяется по формуле:

$$N = n_{\text{ряд}} * n_{\text{св}} = 5,34 (4)$$

где N – общее количество светильников;

$n_{\text{ряд}}$ – количество рядов;

$n_{\text{св}}$ – количество светильников в ряду.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{S}{h} (A + B) = \frac{30}{2,8(10 + 3)} = 0,82 (5)$$

Значения коэффициента использования светового потока светильников для наиболее часто встречающихся сочетаний коэффициентов отражения и индексов помещения приведены в таблице 43.

Таблица 43

Коэффициенты использования светового потока светильников с люминесцентными лампами

Тип светильника	ГС		
	$\rho_n, \%$	30	50
$\rho_c, \%$	10	30	50
i	Коэффициент использования, %		
0,7	29	31	34
0,8	32	33	37

Расчёт светового потока производится по формуле:

$$\Phi = \frac{E_n * S * K_3 * Z}{N_l * \eta}, \quad (6)$$

где E_n – нормативная освещённость по СП 52.13330.2016 [10], лк (в случае рабочего помещения – 150 лк, как для работ средней точности при продолжительности зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность более 70%);

S – площадь освещаемого помещения, м²;

K_3 – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т. е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли (для помещений с малым выделением пыли – 1,5);

Z – коэффициент неравномерности освещения (для люминесцентных ламп – 1,1),

N_l – число ламп в помещении;

η – коэффициент использования светового потока.

$$\Phi = \frac{150 * 30 * 1,5 * 1,1}{10 * 0,32} = 2320 \text{ лм.}$$

Рассчитав световой поток Φ , зная тип лампы, по таблице 6 выбирается ближайшая стандартная лампа.

Таблица 44

Основные характеристики люминесцентных ламп

Мощность, Вт	Напряжение сети, В	Световой поток, лм			
		ЛД	ЛХБ	ЛБ	ЛТБ
20	127	880	1020	1060	1060
30	220	1650	1940	2020	2020
40	220	2300	2700	2800	2850

Далее определяется электрическая мощность всей осветительной системы по формуле:

$$P = N_{л} p_{л}, (7)$$

где $N_{л}$ – число ламп в помещении,

$p_{л}$ – мощность, Вт.

$$P = N_{л} p_{л} = 10 * 40 = 400 \text{Вт}$$

Далее выполняется проверка полученных значений с помощью формулы (7).

Если необходимый поток лампы будет выходить за пределы диапазона (-10...+20 %), то необходимо скорректировать число светильников либо высоту подвеса светильников.

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{л.станд} - \Phi_{л.расч}}{\Phi_{л.станд}} * 100\% \leq 20\%,$$

$$-10\% \leq -0,86\% \leq 20\%.$$

Неравенство верно.

В ходе расчёта общего искусственного освещения было установлено, что световой поток в рабочем помещении равняется 2320 лм, а номинальная электрическая мощность осветительной системы равна 400 Вт.

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

Для улучшения микроклиматических показателей в помещении выполнения работ необходимо проводить влажную уборку на регулярной основе, систематическом проветривании помещения после часовой работы на компьютере, а также использовать батареи для установления оптимального температурного режима.

Для защиты от чрезмерного облучения, возникающего при работе с компьютером и дисплеем, проводятся мероприятия: для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы – при 8-часовом рабочем дне продолжительностью 15 минут через каждый час работы, а кроме того, дисплей должен быть установлен таким образом, чтобы от экрана до пользователя было не менее 50 см [78].

Для защиты исследователя от чрезмерного шумового воздействия требуется применять средства индивидуальной защиты – наушники и беруши.

Необходимо предусмотреть мероприятия для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям электрического оборудования: применение защитных оболочек, изоляция токоведущих частей оборудования, защитные ограждения и системы отключения.

7.3 Экологическая безопасность

В ходе отбора проб для лабораторных исследований не оказывалось негативных влияний на окружающую среду. Пробы упаковывались в холщовые пакеты и отправлялись в центр изучения и подготовки к аналитическим исследованиям.

При проведении работ воздействие на окружающую среду минимально:

1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух не выделяются [79; 80];
2. Хозяйственно-бытовые сточные воды передаются в ЦСВ по соответствующему договору водоотведения [79];

3. Могут образовываться отходы V класса опасности - бумага, обрезки бумаги и мусор от уборки помещений. Данный класс опасности отходов практически неопасный для окружающей среды. В соответствии с [81] выдача паспортов на эти виды отходов не предусмотрена. Утилизация данного вида отходов производится путем их передачи от обслуживающего персонала в городские службы, откуда они могут быть транспортированы на перерабатывающие предприятия или полигоны для размещения.

7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В период разработки данного проекта могли произойти чрезвычайные ситуации различного характера:

1) Техногенного

- Пожар
- Взрыв

2) Природного

- Землетрясения
- Наводнения (половодье, паводок,)
- Ураганы, бури, смерчи, сильный ветер

3) Биологического

- Эпидемия

4) Социального

- Несанкционированные массовые мероприятия
- Специальные военные операции
- Война

5) Экологического характера

- Изменение состояния суши (почв, недр, ландшафтов)
- Изменения состава и свойств атмосферы
- Изменение состояния гидросферы
- Изменение состояния биосферы

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией, возникшей в процессе проведения исследовательских работ, является пожар, возможными причинами которого могут быть неисправное состояние проводки и сбои в функционировании компьютерной техники.

При возникновении пожара основными вредными и опасными факторами воздействия на здоровье и жизнь людей являются задымленность и высокие температуры.

В целях предотвращения распространения пожара используются меры по ограничению площади, интенсивности и продолжительности горения. Рабочее помещение, где проводятся лабораторные и камеральные работы, имеет категорию Ф4.2 пожароопасности [82], соответствует требованиям пожарной безопасности [77] и имеет необходимые средства пожаротушения [83].

В рабочем помещении обеспечены средства противопожарной защиты: план эвакуации людей при пожаре, системы вентиляции для отвода избыточной теплоты от персонального компьютера. Для локализации небольших загораний помещение оснащено углекислотными огнетушителями (ОУ-8 в количестве 2 шт.). Также имеется памятка о соблюдении правил пожарной безопасности, установлена система автоматической противопожарной сигнализации (датчик-сигнализатор типа ДТП). Производятся инструктажи по пожарной безопасности.

Вывод по разделу: при написании данной части магистерской диссертации можно сделать вывод о том, что все регламентированные нормы, исходя из правовых документов, были выполнены.

Помещение, а именно лаборатория, расположенная в здании Научно-Исследовательского Института Биологии и Биофизики Томского Государственного Университета на 4 этаже, относится к III классу (мало опасные). Группа персонала, которая отвечает за электробезопасность согласно Правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок относится к I классу (неэлектротехнический персонал). Категория тяжести

труда по СанПиН 1.2.3685-21 [84] – Ia (энерготраты организма до 139 Вт). Категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности согласно СП 12.13130.2009 [85] – Д (пониженная пожароопасность). Категория рабочего места, как объекта, оказывающего значительное негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) – IV (минимальное НВОС).

Вредными факторами при проведении работ являются отклонения параметров микроклимата от допустимых величин, регламентированных санитарно-гигиеническими нормами. Опасными факторами могут являться задымленность и высокие температуры, которые возникают в чрезвычайной ситуации – при пожаре в помещениях. Для оповещения сотрудников корпуса о возникновении ЧС применяются противопожарные датчики-сигнализаторы. Для уменьшения распространения его влияния в помещениях учебного корпуса применяются средства пожаротушения – углекислотные огнетушители.

В целях обеспечения снижения уровня влияния вредных и опасных факторов на исследователя предлагается проводить периодическое проветривание и использование батареи для отопления помещения, выполнение перерывов для защиты зрительных органов и использование средств индивидуальной защиты для шумового воздействия.

Выводы

1. Впервые получены данные по элементному составу почв (28 элементов) района угледобычи Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения.

2. Геохимическая специализация почв с глубины 0-20 см в районе расположения Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения относительно кларка ноосферы [] формируется преимущественно за счет таких химических элементов как Yb, Hf, Cr, Br, Ca, Sc, Zn, As, Sr, Cs, La, Ce, Eu, U при этом уровни содержания большинства рассматриваемых химических элементов сопоставимы или незначительно выше значений их кларковых концентраций.

3. Анализ результатов расчета кларков концентраций химических элементов в почвах с глубины 0-20 см на района расположения Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения относительно среднего содержания химических элементов в верхней части континентальной земной коры [13] подтвердил геохимическую специализацию почв, установленную относительно кларка ноосферы и заключающуюся в приоритетной геохимической ассоциации Ca, Cr, Sc, Zn, Cr, Br, Sr, La, Ce, Eu, U. Содержания большинства рассматриваемых химических элементов в почвах характеризуются значениями выше кларка верхней части континентальной земной коры

4. Превышений нормативов ПДК в почвах на территории района расположения Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения по концентрациям Hg не установлено (среднее содержание Hg соответствует 0,03 доли ПДК_{Hg}). Превышения ПДК по содержанию Cr в почвах установлены во всех пробах почв, при средней концентрации Cr в почвах соответствующей 40,2 долей ПДК_{Cr}. Концентрации Co также превышают нормативы ПДК во всех проанализированных пробах почв, отобранных с глубины 0-20 см на территории района расположения Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения (наибольшее превышение составляет 20,7 доли ПДК, а среднее содержание Co в почвах соответствует 13,7 ПДК_{Co}). Превышение ПДК по Zn установлено во всех проанализированных пробах почв, среднее содержание Zn в почвах составляет 4,6 ПДК_{Zn}. Содержание As в почвах с глубины 0-20 см варьирует в пределах от 1,5 до 2,2 долей ПДК_{As}, превышения норматива установлены в 90% проб. В проанализированных пробах почв с глубины 0-20 см, отобранных на территории района расположения Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения, не зафиксировано превышения ПДК по Sb.

Наибольшие величины превышения ПДК по Sb установлены в пробах, отобранных в районе парковой зоны.

5. Определено содержание углерода и азота для отобранных проб почв. Среднее содержание углерода для почв поселковой застройки составляет 4,4%, для почв промышленной зоны 10,6%. При этом установлена корреляционная зависимость между содержанием углерода и содержанием ртути в почвах промышленной зоны.

6. Полученные значения суммарного показателя загрязнения почв по данным расчетов, проведенных по всему перечню рассматриваемых химических элементов относительно кларка ноосферы и относительно кларка верхней части континентальной земной коры – низкой степени загрязнения, соответствуют высокой степени загрязнения.

7. Среднее валовое содержание Hg в почвах составляет 27 нг/г. Максимальное содержание приходится на почвы, расположенные на территории стадиона (среднее значение 45.3 нг/г), минимальное – на почвы, отобранные на территории школы и парковой зоны (среднее значение 22 нг/г). Региональное медианное значение фоновое содержание в почвах Забайкалья составляет 0.018 мг/кг []. Опираясь, на ранее проведенные исследования на данной территории можно говорить о повышении содержания ртути в почвенном покрове, расположенном в зоне влияния каменноугольного месторождения, однако данное содержание существенно ниже кларковых значений для верхней части земной коры (0,083 мг/кг)

Приложение I

(справочное)

Influence of coal mining processes on soil cover

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ01	Новолодская Эльвира Владимировна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент О.Г.	Осипова Нина Александровна	к.х.н., старший научный сотрудник		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Дата
Доцент ОИЯ	Щеголихина Юлия Викторовна	к.ф.н.	

The fuel and energy complex of Russia is one of the main participants in the disturbance of the natural environment, because it accounts for up to 70% of the annual disturbance of land by mining [19].

At present, there is a tendency when the lands withdrawn from agricultural circulation for mining after reclamation become forest plantations and only 15% of arable land [19].

Coal mining is accompanied by the destruction of the soil cover and natural landscapes during mining operations, both open and underground. The current scale of landscape and ecological changes in the natural environment in coal regions is primarily associated with the predominant development of open-pit mining. The removal to the surface of a huge mass of deep rocks led to the processes of surface subsidence, changes in relief, the formation of depression funnels, as well as to a violation of the natural balance in the migration of chemical elements and the destruction of existing natural biocenoses [20].

When dumping, overburden rocks are usually dumped without taking into account their suitability for reclamation, and when forming external dumps, the requirements of rational land use are not always taken into account. All disturbed lands are a dangerous source of contamination of large areas with toxic elements and heavy metals in forms accessible to animals and humans. Geochemically disturbed lands often significantly (several times) exceed the areas of mechanically destroyed soils and soils [19].

The negative impact on soils in the process of coal mining can be divided into mechanical destruction, chemical pollution, deterioration of the biological potential of soils, as well as an increase in soil erosion activity.

8.1 Mechanical soil degradation.

Mechanical disturbances of the soil, leading to the physical destruction of the entire soil profile or part of it, can be caused by various forms of anthropogenic impact.

Physical degradation is expressed in the deterioration of the soil structure and the entire complex of physical properties, i.e., in the destruction of the physical basis of the soil, and develops wherever excessive loads of a mechanical, chemical, physicochemical, water or biological nature occur [21].

In addition to the reduction of productive land areas used for agricultural and forest land, as a result of their withdrawal from the national economic circulation during the operation of mines and cuts, there is a significant change in the structure and composition of the surface layer, the depth of impact in some cases reaches 1000 m or more. Deep-seated rocks removed during mining, often unfavorable for plant

life in terms of their physical and chemical properties, end up on the surface of rock dumps located near coal mining enterprises [22].

In addition to disturbances of the earth's surface within the boundaries of the land allotment, coal mining leads to a significant change in the hydrological regime and hydrogeological conditions of the area, which enhances their adverse impact.

Physical disturbance of the soil structure is associated with a change in the regime of soil and groundwater, landscape and surface deformations, as a result, the soils are drained or waterlogged and lose their fertile properties. Mechanical disturbance of soils occurs due to their contamination by dust dumps, sludge collectors and dust generated during the implementation of the main technological processes in the extraction and processing of coal [23].

8.2 Chemical degradation of soils.

Technological processes of field development are accompanied by the formation of a significant amount of dust and gas emissions containing harmful components (dust, soot, oxides of nitrogen, carbon, sulfur dioxide, as well as heavy metals: chromium, copper, zinc, lead, manganese, iron, vanadium, arsenic).

Dust and gas pollution occurs during drilling and blasting, earthworks, loading into vehicles and transporting rock mass, internal and external dumping, as well as during the operation of power plants, in open warehouses. This contributes to the dusting of the atmosphere, as a result of which these substances settle on the surface of the soil cover [24].

The accumulation of heavy metals in soil is one of the major environmental problems affecting both human health and ecosystems. The problem of heavy metal pollution from mining has been around for a long time. Despite the fact that degraded lands are being reclaimed, the presence of high concentrations of metals in reclaimed soil still poses a potential hazard to human health and the environment due to their toxicity, bioaccumulation, and long stay in landscape components [25].

The degree of influence of the toxic effect of heavy metals on the soil depends on their buffering capacity. Soils with a heavy granulometric composition, containing a lot of organic matter, have a higher sorption capacity, absorbing a significant part of toxicants, making them inaccessible and harmless to plants [25].

Soil acidity has a great influence on the availability of metals for plants. Its increase enhances the mobility of heavy metal forms and their translocation in plants. The high content of carbonates, sulfides, hydroxides, clay minerals increases the sorption capacity of soils. The toxic effect of heavy metals is stimulated by the presence of sulfur and nitrogen oxides in the atmosphere, which lower pH by precipitation, thereby converting heavy elements into mobile forms. That is, there is a danger of toxic, polluting substances, their compounds and heavy metals getting into aquifers [27].

8.3 Degradation of soil biological properties

Organisms are the first to respond to any type of soil degradation. On the one hand, they strive to maintain balance by changing their activities, on the other hand, they are the first to suffer from violations. Therefore, first of all, biodiversity is disturbed, it is depleted, populations are rearranged, dominant and frequently occurring species change, some species disappear completely, new species, often harmful, may appear [28].

Preservation of stability and normal functioning of the biota is ensured by a huge microbial pool characterized by a large total stock of microorganisms (microbial biomass) and a huge qualitative diversity (microbial gene pool) equipped with thousands of enzymes.

Soil organisms react sharply to the deterioration of the chemical state of soils. Any chemical change leads to a change in the biota. This is especially strong in case of soil acidification, contamination with heavy metals, pesticides, etc. In all cases, degradation of the complex of soil organisms occurs [29].

Physical degradation of soils, especially compaction and destruction of the soil structure, as well as changes in the water regime, leads to an imbalance of microbiological processes, the predominance of anaerobic conditions, the development of denitrification, and the formation of toxic substances, which leads to a change in soil biota [21].

However, organisms are also a powerful factor in combating the chemical degradation of soils. Soil microorganisms are capable of destroying some harmful natural organic compounds and most toxic man-made organic substances. This is due to their ability to form organo-mineral compounds containing heavy metals, where they are enclosed in films and aggregates and cannot show their toxic effects. Also, due to the formation of these complexes, it is possible to move toxic substances down the soil profile, below the zone of reach of the root layer [31].

8.4 Soil erosion

Soil erosion is understood as a set of interrelated processes of detachment, transfer and deposition of soil (sometimes parent and underlying rock) by the surface runoff of temporary watercourses and wind.

The reasons for the spread of soil erosion can be divided into five groups of erosion factors: climatic, topographic, soil, biogenic and anthropogenic. When analyzing the influence of soil erosion factors on the intensity of erosion processes, it should be borne in mind that it depends on the ratio of the erosive action of the water flow and raindrops (or wind flow) and the ability of the soil to resist these effects, i.e. on its anti-erosion (or anti-deflation) durability [32].

The intensity of erosion processes is directly affected by the following factors:

- climatic - intensity and duration of rain or snowmelt, air temperature, wind speed, direction and time;
- topographic - length, steepness, shape, exposure and micro-dissection of slopes, catchment area and depth of local erosion base, relief character (hilliness, presence of wind corridors, etc.);
- soil properties - water permeability, erosion resistance (the ability of the soil to resist the washing out action of water or the blowing off action of the wind), depending on the water resistance of the structure, interaggregate cohesion and aggregate density;
- biogenic factors – creation of a network of channels and pores by soil invertebrates, soil structure formation, the protective role of vegetation, which manifests itself in a decrease in wind speed and influence on the temperature and water regime of the soil [33].

Open-pit mining sites are cleared of vegetation, which often leads to a decrease in soil resistance to various types of erosion.

The main sources of erosion at mining enterprises can be quarries, heap leaching sites, dumps and overburden dumps, tailings, access and transport routes, ore dumps, equipment repair sites, exploration and reclamation sites [34].

There are many types of impacts associated with erosion and sedimentation, which are usually divided into short-term and long-term ones [32].

Solid sediment deposited in floodplains or terrestrial ecosystems can have different effects on surface water, groundwater and terrestrial ecosystems. Minerals present in the resulting sediments can lower the pH of surface runoff, increasing the mobility of heavy metals that can seep into deeper aquifers or be carried into nearby surface waters. This leads to a significant decrease in pH or an increase in the content of metals in surface waters and persistent pollution of groundwater sources. Contaminated sediment can also lower the pH of the soil to such a level that vegetation will disappear and the area will become unsuitable for growth [33].

In addition to the potential impact of pollutants on humans and aquatic biota, physical impacts associated with an increase in the rate and volume of runoff from the area of freshly disturbed lands are possible. An increase in speed and volume can lead to flooding of the bottom of watercourses, erosion of channels and destruction of the structures of bridge supports and pipe penetrations under roads. Where air emissions have resulted in acid deposition and suppression of native vegetation, runoff can increase the rate of erosion and wash away soil from affected areas.

Erosion of disturbed soils, mined ore, tailings and fine material in dumps can lead to significant sedimentation of surface water and drainage systems. In addition, spills, leaks of hazardous materials, and deposition of contaminated windblown dust can lead to soil contamination [32].

Accelerated soil erosion in modern conditions is most often the result of irrational economic activity. Its reasons can be both the lack of scientifically based recommendations on rational economic activity, and the failure to comply with existing recommendations [31].

8.5 Radioactive contamination of soils

Coal contains naturally occurring radioactive substances such as uranium (U-238), radium (Ra -226), lead (Pb - 210), thorium (Th -232), radon (Rn) and potassium (K- 40). According to the well-known Russian geochemist Ya.E. Yudovich [35], the average (clark) content of uranium in coals is 3.6 g/t, and thorium for brown coals is 6.3 g/t, and hard coals is 3.5 g/t.

When coal is burned in power plants, solid waste is generated in the form of ash, which is enriched in radioactive elements (Th -232 Ra -226 and K - 40) in a concentration 4-10 times higher than their content in coal. Although the filtration system at a CHP plant captures most of the fly ash, about 1–3% is emitted to the atmosphere [34]. Emissions of radiogenic pollutants in the form of tiny particles settle on the earth's surface, causing pollution of soil and surface waters [36].

When radioactive nuclides enter the food chain, they can have harmful effects due to their accumulation in organs [37]. Uranium usually accumulates in the lungs and also in the kidneys; thorium in the lungs, liver, or bones; and potassium in the muscles. The accumulation of large amounts of these radioactive substances in certain organs causes biochemical or morphological changes. As a result of these changes, the body's immune system becomes vulnerable to various types of diseases (such as bone and lung cancer) [38].

Coal enterprises are sources of radiation contamination not only for coal mine personnel, but also for the exposure of the population in mining cities and towns. This occurs as a result of the extraction of a huge amount of rare earth elements from the bowels of the earth along with coal. It has been established that on the surface of the earth, above the exhausted coal seams, there is often an increase in radon fluxes, which significantly exceeds the permissible sanitary standards [39].

Thus, coal-fired power plants are not only considered one of the main sources of man-made increase in the concentration of radioactivity near them, but also pose a real danger to the health of professional workers and the public.

8.6 Impact of coal combustion products on TPPs

The main part of the fuel used at thermal power plants is converted into waste, which enters the environment in the form of gaseous and solid combustion products. At the same time, the volume of waste is several times greater than the mass of the used fuel. The impact of TPP on the environment can be divided into:

- physical impacts, including: acoustic impact, electromagnetic impact, radiation, thermal pollution;

- direct impacts associated with the introduction or removal of individual components from the natural environment (chemical pollution, emissions of harmful substances);
- indirect impacts, including: gravitational settling of solid particles and aerosols, chemical reactions of the release of harmful substances into the atmosphere and hydrosphere [40].

Characteristic features of the impact of thermal power plants and other large enterprises on the natural environment, along with constancy and increasing intensity, are versatility (simultaneous impact on different components of the environment) and scale (manifestation not only on a local, but also on a regional, but also on a global scale - on level of continents, hemispheres and the planet as a whole) [40].

When coal is burned at thermal power plants, trace elements are concentrated in ash and slag due to carbon burnout and removal of volatile compounds. The degree of concentration depends on the ash content of coals, the forms of the presence of trace elements in them and the volatility of their oxides and other compounds formed during combustion and the movement of gases along the CHP flue. Low-volatile compounds accumulate in ash and slag, which are transported to ash dumps, while more volatile ones move with flue gases. It is known that in ash and slag dumps the content of most chemical elements (with the exception of volatiles) is several times higher than their primary content in the original coal.

Emissions from the coal industry adversely affect atmospheric precipitation [42]. The volume of flue gases emitted by a large thermal power plant is about 1800 m³ /s. Ash, sulfur dioxide and nitrogen oxides (NOX) are the most dangerous among them [43]. As a result of the dissolution of sulfur and nitrogen oxides, "chemical" rain or snow falls in precipitation. The results of such pollution of the earth's surface are the oxidation of snow cover and agricultural land, the accumulation of heavy metals in the soil from coal ash. This depresses forest biocenoses, reduces agricultural productivity and saturates food with compounds harmful to human health. The most dangerous in this regard are thermal power plants using high-ash and sulfurous coals.

Trace elements are able to accumulate relatively quickly in the soil, causing an increased level of pollution compared to the background level in the areas of cultivation of grain crops, pastures, hayfields, perennial plantations and settlements. Due to the increase in the amount of suspended particles in the water, changes in pH, the concentration of oxygen in the water decreases, and there is a threat to the life of representatives of the aquatic fauna. The release of potentially hazardous elements (As, B, Mo, Se, Sr, V) from dust particles of thermal power plants into water and soil leads to their accumulation in agricultural plants, they can enter the

body of animals and humans. The elements Se and Mo, which are not toxic to plants, are toxic to grazing animals when concentrated in plant tissues. Soils with a high content of Mo can cause, for example, molybdenosis in cattle [44].

The distance to which ash particles from the CHP can be carried and their sedimentation together with atmospheric precipitation depends on the physical properties of the ash, weather conditions, wind rose, etc. Particles with a diameter of 10 microns or more settle quickly and their effect is manifested in the immediate vicinity from the CHP at a distance of up to 3 km. Particles smaller than 10 nm and especially smaller than 2.5 nm can travel hundreds of kilometers before settling down [45].

Negative consequences arise as a result of the operation of ash dumps. Ash is solid particles of non-combustible elements of coal. These are mainly oxides of silicon, iron, aluminum, magnesium, calcium, sulfur, and some others, including a small amount of arsenic and heavy metals (lead, vanadium, chromium, zinc) [43]. Due to the imperfection of design solutions and technology for storing ash dumps, violations of the rules for the operation of facilities, heavy metals and natural radionuclides accumulate in soils and water bodies throughout its sanitary protection zone [41]

8.7 The state of the soil cover in the study area

In the course of a comprehensive geocological study carried out on the territory of the study object, 16 priority pollutants were identified that are highly toxic to living organisms and belong to I (Zn, As, Pb, Cd), II (Cr, Co, Ni, Cu, Mo, Sb), III (V, Sr, Ba, W) hazard classes, as well as Sn and Bi.

In the Tugnui river basin, where the village of Sagan- Nur is located, rocks with a high content of Sr are common, as well as Cu, Ni, C, Pb. The background soils are also characterized by a weak enrichment of Mo and Zn. The composition of technogenic flows of pollutants formed in the process of industrial and household activities of the urban population is extremely diverse. This leads to a change in the content of As, Mo, Sb and W in the surface horizons of urban soils, while in each functional zone of the village of Sagan- Nur, their priority pollutant elements are in the lead.

Bituminous coal used at the thermal power station of the Tugnui mine is enriched with Sr -sc _ - Cu -Zn _ - Pb 1.1-18.8 times. The lowest actual content in the ash and the maximum volatility are noted for Sr, Bi, Pb.

Soils in all functional areas of the village. Sagan- Nur have a unified list of priority pollutant elements - As, Mo, Cd, Sn, Sb, W and Pb. Elevated concentrations of the same elements were also found in Tugnui coals. An analysis of the ash sample after coal combustion at the Sagan- Nurskaya CHPP showed that high-temperature combustion leads to the release of almost all HMT into the atmosphere, except for

V and Mo. Thus, it can be said that the development of the deposit did not lead to polyelement pollution of soils.

The soils of the industrial zone are characterized by the accumulation of Pb. Sc content, V, Cr, Sn slightly increased in the soils of residential buildings with one-story buildings and park areas in the central and northwestern parts of the village, where a significant part of the population lives and rests [16].

Список использованной литературы:

1. Шагжиева К.Ш. Бурятия: Природные ресурсы / К.Ш. Шагжиева, Б.Б. Шагжиева К.Ш. Бурятия: Природные ресурсы / К.Ш. Шагжиева, Б.Б. Ральдина, Б.Л. Раднаева. - Улан-Удэ: Изд-во Бурят. гос. ун-та, 1997. - 280 с.
2. Агроклиматические ресурсы БурАССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1974 – 176 с.
3. Буфал, В. В. Особенности температурных условий Северного Прибайкалья / В. В. Буфал, О. С. Визенко // Климат и климатические ресурсы Байкала и Прибайкалья. – М., 1970. – С. 7-25.
4. Лут Л. И. Климатические ресурсы Байкала и его бассейна / Л. И. Лут, Н. П. Ладейщиков – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1976. – 320 с
5. Булнаев К.Б. Формирование впадин «Забайкальского» типа» / Изд-во: Геологический институт СО РАН. - Тихоокеанская геология. – №1. – 2006. – С.18-30
6. Рябенко В.Е. Геология СССР. Том 35. Бурятская АССР. Часть 1. Геологическое описание/ Рябенко В.Е., Сидоренко А.В., Флоренсов Н.А. - Недра, Москва. - 1964 г. - 628 стр.
7. Абашеева Н.Е. Агрохимия почв Забайкалья. - Новосибирск: Наука, 1992. - 214 с.
8. Бахтин В.И., Семенов М.И., Шагжиев К.Ш. Геологоразведка и горная промышленность Бурятии: Прошлое, настоящее, будущее. – Улан-Удэ: Издательство Бурятского госуниверситета, 2002. – 272 с.
9. Авдеев П. Б. Минерально-сырьевая база Забайкальского края и ее освоение в современных условиях/ П.Б. Авдеев, Ю.М. Овешников. – Изд-во: Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле. - № 5 (48). - 2014. – С. 50-57
10. Куклина Г.Л. Комплексная геолого-технологическая переоценка качества ископаемых углей Восточного Забайкалья и перспективы их многоцелевого использования/ Г.Л. Куклина, В.П. Мязин, Т. П. Сверкунова, В.А. Метелев. - Изд-во: Моск. гос. горн. ун-т. - 2004. - N 2. - С. 321-330
11. Супрун В.И., Пастихин Д.В., Радченко С.А., Ворошилин К.С. и др. Вскрытие и обработка карьерных полей Олонь-Шибирского месторождения каменного угля // Уголь. – 2012. – № 12. – С. 10–13.
12. Ангархаев Б.Д. Состояние и меры борьбы с эрозией почв в Бурятской АССР // эрозия почв бассейна озера Байкал и меры борьбы с ней. - УланУдэ. - 1976. - С. 3-11.

13. Уфимцева К.А. Степные и лесостепные почвы Бурятской АССР. - М.: Изд-во АН СССР, 1960. - 160 с.
14. Михайленко М.М. Почвы южной тайги Западного Забайкалья. М.: Наука, 1967. - 157 с.
15. Ишигенов И.А. Агрономическая характеристика почв Бурятии. - УланУдэ: Бурят. кн изд-во, 1972. - 211 с.
16. Куклина Г.Л. Комплексная геолого-технологическая переоценка качества ископаемых углей Восточного Забайкалья и перспективы их многоцелевого использования/ Г.Л. Куклина, В.П. Мязин, Т. П. Сверкунова, В.А. Метелев. - Изд-во: Моск. гос. горн. ун-т. - 2004. - N 2. - С. 321-330
17. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Республики Бурятия в 2019 году». – М.: Минприроды России; НИА-Природы. – 2019. – 268 с.
18. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Забайкальского края в 2018 году». – М.: Минприроды России; НИА-Природы. – 2019. – 268 с.
19. Черенцова А. А. Оценка воздействия золоотвалов на окружающую среду (на примере Хабаровской ТЭЦ-3): дисс. ... канд. биол. наук: 03.02.08: защищена 05.10.2013 // Черенцова Анна Александровна. – Хабаровск, 2013. – С. 296
20. Убугунов Л.Л., Ральдин Б.Б., Убугунова В.И. Почвенный покров Бурятии как базовый компонент природных ресурсов Байкальского региона. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2002. - 53 с.
21. Дербенцева А.М. Специфика изменения почв при угледобыче/ Дербенцева А.М., Назаркина А.В., Арефьева О.Д., Зверева В.П., Крупская Л.Т., Трегубова В.Г., Реутов В.А., Бубнова М.Б., Волобуева Н.Г.// Владивосток: Издательский дом Дальневост. федерал. ун-та, 2012.- 88 с.
22. Заушинцена А. В. Техногенез почвенного покрова в районах разработки угольных месторождений Кузбасса / Заушинцена А. В., Кожевников Н. В. // Вестник Кемеровского государственного университета. - Серия: Биологические, технические науки и науки о Земле. - 2017. - N 1. - С. 4–9
23. Разовский Ю.В. Типизация источников воздействия добычи угля на экосистемы/ Киселева С.П., Артемьев Н.В., Вишняков Я.Д., Сухина Е.Н.//Экономика. – 2019. – С. 64-66
24. Добровольски Г.В Деградация и охрана почв/ Г.В. Добровольский, С.А. Шоба, В.Д. Васильевская, П.Н. Балабко// Москва: издательство Московского Государственного Университета им. М.В. Ломоносова, 2002. с. 61-69

25. Щедов И.Ж. Открытые горные работы - магистральное развитие угольной промышленности/ Щедов И.Ж., Вявнцкяй К.Е. Россия, -Уголь. - 1994 г. -. вып.6. – 236 с.
26. Шевченко Ю.С. Особенности землеустроительных работ на землях, нарушенных горнорудным производством / Шевченко Ю.С., Шайдурова Т.В. // Тенденции развития науки и образования. - 2019. - № 53-3. - С. 99–102
27. Peng, Y., Chen, R., & Yang, R. (2016). Analysis of heavy metals in *Pseudostellaria heterophylla*, in Baiyi country of Wudang district. *Journal of Geochemical Exploration*, 176, 57–63
28. Dong, J. (2016). Research on the migration simulation of heavy metal Cr, Pb and Zn in soil of mining area. In *Proceedings of the 18th International Conference on Heavy Metals in the Environment*.
29. Ma, L., Yang, Z., Li, L., & Wang, L. (2016). Source identification and risk assessment of heavy metal contaminations in urban soils of Changsha, a mine-impacted city in Southern China. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(17), 17058–17066.
30. Jiuping Xu. Ecological coal mining based dynamic equilibrium strategy to reduce pollution emissions and energy consumption // *Journal of Cleaner Production*. 2017. N 11. P. 514-529.
31. Spirt M. Ya., Rainbow A. K. M. Ecological problems caused by coal mining and processing with suggestions for remediation // Millpress Rotterdam Netherlands. 2006. pp. 162
32. Pandey B., Agrawal M., Singh S. Ecological risk assessment of soil contamination by trace elements around coal mining area. *J. soils and sediments*.(2016). 16 (1):159-168.
33. Munawer M. E. Human health and environmental impacts of coal combustion and post-combustion wastes. *J. Sustainable Mining*. (2017)17 (2):87-96.
34. Лобанов Д.А. Эрозия почв и меры борьбы с ней/ Лобанов Д.А., М.Г. Танзыбаев. – Томск: Изд-во Том. ун-та. – 1986. – 143 с.
35. Воронин А.Д., Кузнецов М.С. Опыт оценки противоэрозионной стойкости почв.- В кн.: Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 1. М., 1970, с. 99-115.
36. Шевченко Ю.С., Шайдурова Т.В. Технология формирования почвенного слоя на землях, нарушенных горнорудными работами // Тенденции развития науки и образования. 2019. № 47-4. С. 77–79.
37. Юдович Я.Э. Элементы-примеси в ископаемых углях/ Юдович Я.Э., Кетрис М. П., Мерц А. В.// Л.: Наука. - 1985. - 239 с.

38. Papastefanou, C. (2010). Escaping radioactivity from coal-fired power plants (CPPs) due to coal burning and the associated hazards: a review. *Journal of Environmental Radioactivity*, 101(3), 191–200.
39. Haddad, K., Alsomel, N., & Sarhil, A. (2015). Neutron activation analysis of thermal power plant ash and surrounding area soils. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(8), 536.
40. Khan, I. U., Sun, W., & Lewis, E. (2020). Radiological impact on public health from radioactive content in wheat flour available in Pakistani Markets. *Journal of Food Protection*, 83(2), 377–382.
41. Mulenga, D., & Siziya, S. (2019). Indoor air pollution related respiratory ill health, a sequel of biomass use. *SciMedicine Journal*, 1(1), 30–37.
42. Суханов Р.А., Сидорова Г.П. Проблемы использования углей с повышенной радиоактивностью // *Горный журнал*. 2009. № 2. С. 43-45
43. Носков А.С., Савинкина М.А., Анищенко Л.Я. Воздействие ТЭС на окружающую среду и способы снижения наносимого ущерба. – Новосибирск. Изд. ГПНТБ, 2005. – с. 8–22.
44. Ядутов В.В., Петров Т.И., Зацаринная Ю.Н. Воздействие ТЭС на окружающую среду // *Вестник Казанского технологического университета*. 2013. Т. 16. № 19. С. 78-79
45. Крылов Д.А. Воздействие микроэлементов от угольных ТЭС на окружающую среду и здоровье людей // *Энергия: экономика, техника, экология*. 2012. № 8. С. 9-16.
46. Глущенко Н.Н., Ольховская И.П. Экологическая безопасность энергетики. Свойства частиц летучей золы ТЭС, работающих на угле // *Известия РАН. Энергетика*. — 2014. — № 1. — С. 20-27
- 47.
48. Kabata-Pendias A. Trace elements in soils and plants. NW: CRC Press, Taylor and Francis Group, 2011. 505 p.
49. ГОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы (ССОП). Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. М.: Стандартинформ, 2008. 8 с.
50. ГОСТ 17.4.2.01-81. Охрана природы (ССОП). Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния (с Изменением N 1). М.: Стандартинформ, 2008. 4 с.
51. ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. М.: Стандартинформ, 2008. 6 с.
52. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами. М.: ИМГРЭ, 1982. 112 с.

53. ГОСТ 17.4.4.02-2017. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. М: Стандартиформ, 2018. 10 с.
54. ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки. М.: Стандартиформ, 2011. 9 с.
55. Жорняк Л.В. Эколого-геохимическая оценка территории г. Томска по данным изучения почв: автореф. дис. ..., канд. геол.-мин. наук. Томск, 2009. 40 с.
56. Способ определения техногенной загрязненности снегового покрова тяжелыми металлами группы железа (железо, кобальт, никель): пат. 2133487 Рос. Федерация. N 2176406; заявл. 17.01.2000; опубл. 27.11.2001. Бюл. N10.
57. Судыко А.Ф. Определение урана, тория, скандия и некоторых редкоземельных элементов в двадцати четырех стандартных образцах сравнения инструментальным нейтронно-активационным методом // Материалы V Международной конференции: Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. 2016. С. 620–624.
58. ПНД Ф 16.1:2.23-2000. Определение содержания ртути в почве, донных отложениях и горных породах. 13 с.
59. Виноградов А. П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 237 с.
60. Григорьев Н.А. Распределение химических элементов в верхней части континентальной коры. Екатеринбург: УрО РАН, 2009. 382 с.
61. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами. М.: ИМГРЭ, 1982. 112 с.
62. Буянтуева Л.Б. Физико-химические и микробиологические исследования каштановых почв степных пастбищ Бурятии/ Л.Б. Буянтуева, Е.Э. Валова// Вестник БГУ. – 2012. - №4. - С. 184-186
63. Арбузов С.И. Радиоактивные элементы в углях/ С.И. Арбузов, А.В. Волостнов, В.С. Машенькин, В.И. Рыбалко. - Материалы IV Международной конференции, г. Томск, 4–8 июня 2013 г. – С. 56-62
64. Юдович Я. Э. Токсичные элементы-примеси в ископаемых углях/ Я.Э. Юдович, М.П. Кетрис. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2005. – 648 с.
65. Арбузов С. И. Металлоносность углей Сибири / С. И. Арбузов // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. — 2007. — № 1 : Науки о Земле. — С. 77-83.

66. Добровольский В.В. География микроэлементов, глобальное рассеяние. М.: Мысль, 1983. 272 с.
67. Водяницкий Ю.Н. Состояние и поведение природных и техногенных форм As, Sb, Se, Te в рудных отвалах и загрязненных почвах (обзор литературы) // Почвоведение. 2010. N 1. С. 37–46.
68. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов. М.: Экология, 1996. Кн. 3. 351 с.
69. Водяницкий Ю.Н., Савичев А.Т., Васильев А.А., Лобанова Е.С., Чащин А.Н., Прокопович Е.В. Содержание тяжелых щелочноземельных (Sr, Ba) и редкоземельных (Y, La, Ce) металлов в техногенно-загрязненных почвах // Почвоведение. 2010. N7. С. 879-890.
70. Кизельштейн, Л. Угольные примеси — ценные и коварные // Наука и жизнь. 2014. N 5. С. 70-76.
71. Запханов Ю.Д. Почвенно-климатические условия и динамика плодородия пахотных почв республики Бурятии // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т.30. №10. С. 77-80.
72. ПНД Ф 12.13.1-03 Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения).
73. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
74. ГОСТ Р ИСО 9241-4-2009 Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (VDT).
75. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.
76. ГОСТ Р 55710-2013. Освещение рабочих мест внутри зданий
77. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
78. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность.
79. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания".
80. СП 12.13130.2009 определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.