

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

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 05.04.06 Экология и природопользование
 Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Комплексная эколого-геохимическая оценка состояния природной среды на территории г. Горняк (Алтайский край).

УДК 504:550.4:622'17(571.150)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ81	Сусло Виктор Вячеславович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Соктоев Булат Ринчинович	к.г.-м.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Скачкова Лариса Александровна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2020 г.

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

Запланированные результаты обучения по программе
05.04.06 «Экология и природопользование»

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по направлению подготовки (специальности)		
P1	Применять глубокие базовые и специальные, естественно-научные и профессиональные знания в профессиональной деятельности для решения задач, связанных с рациональным природопользованием и охраной окружающей среды	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1 (соотв. ОК-1 из ФГОС ВО), ОПК- 1, 2, 3, 6, 7, 8, ПК-1, 2, 4, 6, 10), CDIO Syllabus (1.1, 1.2, 2.2, 2.3, 2.4), Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.1-5.2.3., 5.2.5, 5.2.9), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов 26.008 «Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», 40.117 «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)», 40.133 «Специалист контроля качества и обеспечения экологической и биологической в области обращения с отходами»
P2	Разрабатывать природоохранные мероприятия, практические рекомендации по охране природы и обеспечению устойчивого развития, диагностировать проблемы охраны природы, проводить оценку воздействия планируемых сооружений на окружающую среду с учетом российских и международных стандартов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1 (соотв. ОК-1 из ФГОС ВО), УК-2 (соотв. ОК-2 из ФГОС ВО), ОПК- 2, 6, 7, 8, ПК- 2, 3, 4, 5, 6, 9), CDIO Syllabus (1.2, 2.1, 4.1, 4.3, 4.4), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.4, 5.2.7-5.2.8), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов 26.008 «Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», 40.117 «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)», 40.133 «Специалист контроля качества и обеспечения экологической и биологической в области обращения с отходами»
P3	Организовывать и проводить экологическую экспертизу различных видов проектного задания, осуществлять экологический аудит любого объекта, владеть основами проектирования	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1 (соотв. ОК-1 из ФГОС), УК-2 (соотв. ОК-2 из ФГОС), ОПК-6, 7, 8, ПК- 3, 4, 5, 7, 8, 9), CDIO Syllabus (2.1, 3.1, 3.2, 4.1, 4.3, 4.4, 4.7), Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.6, 5.2.10, 5.2.14.-5.2.15), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов 26.008 «Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», 40.117 «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)», 40.133 «Специалист контроля качества и обеспечения экологической и биологической в области обращения с отходами»
P4	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, УК-5, ОПК-3, 5, 7, 9, ПК- 9, 10), CDIO Syllabus (2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 3.1, 3.2, 4.1, 4.7), Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.16), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов 26.008 «Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», 40.117 «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)», 40.133

	организации	«Специалист контроля качества и обеспечения экологической и биологической в области обращения с отходами»
P5	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональном коллективе. Разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности в сфере охраны окружающей среды, в том числе на иностранном языке	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, УК-5, УК-6 (соотв. ОК-3 из ФГОС), ПК- 1, ПК-2, ПК-4, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-6, ОПК-8), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.12-5.2.16), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов 26.008 «Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», 40.117 «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)», 40.133 «Специалист контроля качества и обеспечения экологической и биологической в области обращения с отходами»
P6	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1 (соотв. ОК-1 из ФГОС), УК-6 (соотв. ОК-3 из ФГОС), ОПК-2, 3, 4, 5, 6, 8, ПК-1, 3, 4, 6, 10), CDIO Syllabus (2.2, 2.4, 2.5, 3.2, 3.3, 4.2), Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.13-5.2.16), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов 26.008 «Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», 40.117 «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)», 40.133 «Специалист контроля качества и обеспечения экологической и биологической в области обращения с отходами»

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

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) 05.04.06. Экология и природопользование
 Уровень образования магистратура
 Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии
 Период выполнения _____ весенний семестр 2019 /2020 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:	31.05.2020 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
5.03.2020	<i>Физико-географическая характеристика района исследования</i>	10
5.03.2020	<i>Технологические характеристики Алтайского горно-обогатительного комбината</i>	10
15.04.2020	<i>Обзор ранее проведенных исследований</i>	10
15.04.2020	<i>Материалы и методы исследования</i>	10
30.04.2020	<i>Результаты проведенных исследований</i>	40
15.05.2020	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
15.05.2020	<i>Социальная ответственность</i>	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Соктоев Булат Ринчинович	К.Г.-М.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

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

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) 05.04.06 Экология и природопользование
 Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ81	Сусли Виктор Вячеславович

Тема работы:

Комплексная эколого-геохимическая оценка состояния природной среды на территории г. Горняк (Алтайский край).	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	27.02.2020, № 58 – 46/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2020 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Научные публикации, литературные и фондовые источники, интернет ресурсы, результаты собственных исследований (проб волос, накипи, почвы, материала хвостохранилищ и листьев тополя отобранных на территории г. Горняк).</p>
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Физико-географическая характеристика района исследования 2. Технологические характеристики Алтайского горно-обогатительного комбината 3. Обзор ранее проведенных исследований 4. Материалы и методы исследования 5. Результаты проведенных исследований 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 7. Социальная ответственность
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Рыжакина Татьяна Гавриловна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Скачкова Лариса Александровна</p>
<p>Раздел на иностранном языке</p>	<p>Миронова Вероника Евгеньевна</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Ecological-geochemical assessment of the environment in the city of Gornyak.</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>28.02.2020 г.</p>
--	----------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент</p>	<p>Соктоев Булат Ринчинович</p>	<p>К.Г.-М.Н</p>		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>2ГМ81</p>	<p>Сусло Виктор Вячеславович</p>		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ81	Сусло Виктору Вячеславовичу

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

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
Комплексная эколого-геохимическая оценка состояния природной среды на территории г. Горняк (Алтайский край)	Работа с научной литературой и патентами, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах
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	
---	--

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
2ГМ81	Сусло Виктор Вячеславович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ81	Суло Виктору Вячеславовичу

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

Тема ВКР:

Комплексная эколого-геохимическая оценка состояния природной среды на территории г. Горняк (Алтайский край).	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования являются пробы природных компонентов (волосы, накипь, почва, материал хвостохранилищ и листья тополя) и данные полученные в ходе исследования. Все работы проводились в 20 корпусе НИ ТПУ. Результаты работы могут быть использованы природоохранными органами.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	- Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ; - СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. - СанПиН 2.2.2.542-96. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	1. Отклонение показателей микроклимата 2. Недостаточная освещённость рабочей зоны 3. Монотонный режим работы 4. Электрический ток 5. Пожарная опасность
3. Экологическая безопасность:	При проведении атомно-абсорбционного анализа ртути, природные компоненты (волосы, накипь, почва, материал хвостохранилищ и листья тополя) не

	<p>приобретают опасных свойств, и не оказывают влияния на гидросферу и литосферу. Но в процессе данного анализа может оказываться влияние на атмосферу, когда пробы обгорают при высокой температуре и создают сильный запах и в воздух выпускается дым.</p> <p><i>Защита атмосферы.</i> При проведении атомно-абсорбционного анализа ртути, требуется совсем небольшое количество пробы, поэтому количество газов выделяемых в воздух незначительное.</p> <p>Поэтому для обеспечения экологической безопасности во время проведения анализа необходимо применять местную систему кондиционирования воздуха и системы механической вентиляции.</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>Самым вероятным источником чрезвычайной ситуации является возникновение пожара. Также описан ряд действий при возникновении пожара.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	31.01.2020
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Скачкова Лариса Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ81	Суло Виктор Вячеславович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 120 с., 28 рис., 37 табл., 54 источника, 2 прил.

Ключевые слова: компоненты природной среды, элементный состав природной среды, хвостохранилища, волосы, листья тополя, накипь, почва, материал хвостохранилищ, Алтайский горно-обогатительный комбинат, Локтевский район, Алтайский край.

Объектом исследования является территория г. Горняк (Алтайский край).

Предметом исследования являются компоненты природной среды (волосы, накипь, почва, материал хвостохранилищ и листья тополя).

Цель работы – изучить элементный состав природной среды и организма человека на территории г. Горняк (Алтайский край).

В процессе исследования проводились анализы элементного состава компонентов природной среды (волосы, накипь, почва, материал хвостохранилищ и листья тополя) методом ИННА и атомно-абсорбционный анализ ртути.

В результате исследования определен элементный состав компонентов природной среды и выявлены индикаторные показатели (химические элементы, отношения) характеризующие влияние хвостохранилищ Алтайского горно-обогатительного комбината.

Степень внедрения: исходные данные использовались для написания курсовых работ и научных докладов.

Область применения: полученные данные могут использоваться органами по надзору и контролю в области природопользования различного уровня и научно-исследовательскими институтами в будущих исследованиях.

Экономическая эффективность/значимость работы: экономическая целесообразность и выгода не являются прямой целью работы, так как работа носит фундаментальный характер.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АГОК – Алтайский горно-обогатительный комбинат;

ОДК – ориентировочно допустимые концентрации;

ПДК – предельно допустимая концентрация;

МАГАТЭ – Международное агентство по атомной энергии;

МИНОЦ – Международный инновационный научно-образовательный центр;

ИННА – инструментальный нейтронно-активационный анализ;

АА – атомно-абсорбционная спектрометрия;

ЗП – забрасыватели пневмомеханические;

ПТЛ – питатели топлива ленточные;

ПСКМ – подъемник скреперно-ковшовый модернизированный;

Оглавление

Введение	16
1 Физико-географическая характеристика района исследования	17
2 Технологические характеристики Алтайского горно-обогатительного комбината	21
3 Обзор ранее проведенных исследований	24
4 Материалы и методы исследования	31
4.1 Отбор проб	31
4.2 Лабораторно-аналитические исследования	33
4.3 Обработка данных	35
5 Результаты проведенных исследований	37
5.1 Общая геохимическая особенность	37
5.2 Геохимические особенности проб накипи	39
5.3 Геохимические особенности проб листьев тополя	41
5.4 Индикаторные показатели влияния хвостохранилищ	46
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ...	50
6.1 Предпроектный анализ	50
6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	50
6.1.2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	51
6.1.3 SWOT-анализ	52
6.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации	54
6.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования	57
6.2 Инициация проекта	57
6.2.1 Цели и результат проекта	57
6.2.2 Организационная структура проекта	58
6.2.3 Ограничения и допущения проекта	59
6.3 Планирование управления научно-техническим проектом	59
6.3.1 Иерархическая структура работ проекта	59
6.3.2 План проекта	61
6.4 Бюджет научного исследования	62

6.5	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности....	70
6.5.1	Оценка абсолютной эффективности исследования.....	70
6.5.2	Чистая текущая стоимость (NPV)	70
6.5.3	Индекс доходности (PI).....	72
6.5.4	Внутренняя ставка доходности (IRR)	72
6.5.5	Дисконтированный срок окупаемости	74
6.5.6	Оценка сравнительной эффективности исследования	75
7	Социальная ответственность	79
7.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности... 80	
7.1.1	Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства.	80
7.1.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	81
7.2	Производственная безопасность.....	82
7.2.1.	Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования	84
7.2.2.	Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований	84
7.2.3.	Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов	87
7.3.	Экологическая безопасность.....	89
7.3.1.	Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	89
7.3.2.	Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду	89
7.3.3.	Обоснование мероприятий по защите окружающей среды	90
7.4.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	90
7.4.1.	Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований.....	90
	Данный объект исследования не может инициировать чрезвычайные ситуации.....	90
7.4.2.	Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований	91
7.4.3.	Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.....	91
	Заключение	94

Список использованных источников	95
Приложение А	101
Приложение Б.....	118

Введение

Актуальность. Алтай является одним из богатейших регионов России по запасам полезных ископаемых. В переходной зоне горных сооружений северо-западного Алтая – в Локтевском, Рубцовском, Третьяковском и Змейногорском районах сосредоточены основные запасы полиметаллических руд [3].

Функционирование горнодобывающих предприятий приводит к образованию искусственных сооружений, таких как хвостохранилища, в которых происходит хранение радиоактивных, токсичных и других отвалных отходов горнодобывающей промышленности.

Основной причиной загрязнения окружающей среды в районах расположения хвостохранилищ является воздействие на них внешних факторов: атмосферных осадков, воздушных потоков, поверхностных вод, температуры, микроорганизмов, среди внутренних факторов можно отметить химический и минеральный составы, дисперсность, пористость, водопроницаемость и др [11].

Цель работы – изучить элементный состав компонентов природной среды и организма человека на территории г. Горняк (Алтайский край).

Задачи исследования:

1. Дать геоэкологическую характеристику региона исследования;
2. Провести обзор ранее проведенных исследований;
3. Определить элементный состав природной среды и организма человека на территории исследования;
4. Провести статистическую обработку данных;
5. Выделить индикаторные показатели (химические элементы, отношения) влияния хвостохранилищ Алтайского ГОКа.

Объект исследования – территория г. Горняк (Алтайский край).

Предмет исследования – компоненты природной среды (волосы, накипь, почва, материал хвостохранилищ и листья тополя).

1 Физико-географическая характеристика района исследования

Общая информация. Горняк – город Алтайского края, является административным центром Локтевского района. Расположен на юго-западе Алтайского края у северо-западных Алтайских гор, южнее Колыванского хребта, в 360 км от Барнаула на реке Золотуха, недалеко от границы с Казахстаном (рисунок 1).

Основан город был в 1942 году, но статус города получил только в 1969 году. Название города обусловлено горнопромышленным профилем селения. Численность населения составляет 12654 человек (по данным на 2018 год) [52].

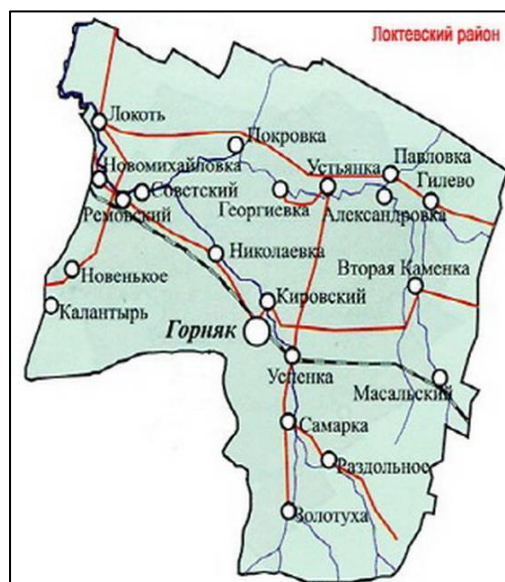


Рисунок 1 – Расположение города Горняк

Климат. Климат резко континентальный. Средняя температура января $-17,2$ °С, июля $+20,2$ °С. Годовое количество атмосферных осадков 365 мм. В летние месяцы часты северные ветры (рисунок 2). В 20-45 % случаев скорость ветров юго-западного и западного направлений превышает 6 м/с. В зимние месяцы в периоды с активной циклонической деятельностью в крае повсеместно отмечаются метели, повторяемость которых 30—50 дней в году [12, 15, 49].

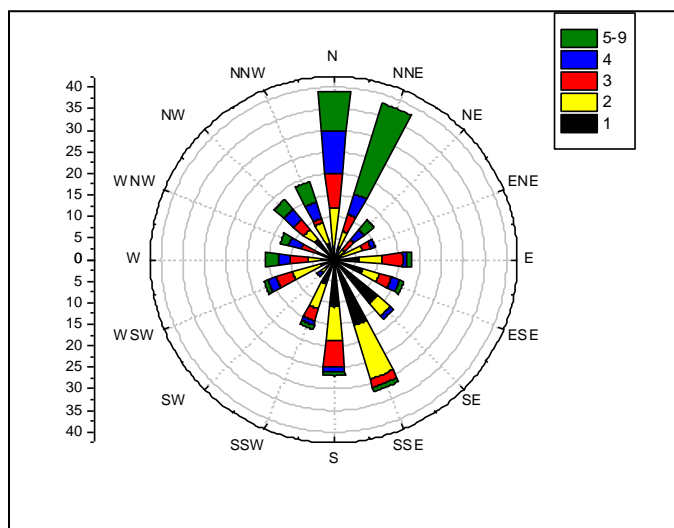


Рисунок 2 – Летняя роза ветров г. Горняк (по данным на 2017 год)

Рельеф. Южная часть края занята складчатыми горными сооружениями Салаирского кряжа. Земная кора, имеющая трехслойное строение, достигает толщины от 40-42 до 50-55 км, увеличиваясь под горными массивами (так называемые корни гор).

Равнинные территории края охватывают Кулундинскую тектоническую впадину, для которой характерна значительная мощность осадочных толщ (до 100-1200 м). По данным геологических изысканий, восточная и юго-восточная части края представлены Алтайско-Салаирской складчатой системой, сопряженной на юго-западе со структурами Западного (Рудного) Алтая [51].

Рельеф исследуемой территории представляет собой мелкосопочную равнину.

Гидрология. На территории района протекают реки Золотуха, Алей, Каменка, Щелчиха, расположены озера Новенькое, Гилевское водохранилище. Режим рек весьма непостоянный. Его обуславливает выпадение сезонных атмосферных осадков, наибольшая часть которых наблюдается весной и осенью. Для рек характерно снеговое питание, которое происходит в основном за счет поверхностного стока в горных областях, а также в результате разгрузки подземных вод [8].

Гидрогеология. Водоносные горизонты на территории города приурочены к четвертичным и коренным образованиям.

К делювиально-аллювиальным отложениям приурочен горизонт безнапорных грунтовых вод, водоупором для которых служат неогеновые глины. Для горизонта характерны значительные сезонные колебания уровней воды. Уровень воды на разных участках города колеблется от 0,5 до 2,5 метров. В отдельных понижениях рельефа уровень подступает к земной поверхности. Водообильность водовмещающих пород низкая, коэффициенты фильтрации составляют 0,1 – 1,0 м/сутки. Воды хлоридно-сульфатно-кальциево-магниевого состава с минерализацией от 1,4 до 15,6 г/л.

Подземные воды, связанные с трещиноватой зоной палеозойских образований вскрыты на глубине 25-100 м. Воды напорные. Статические уровни устанавливаются на глубине 5-21 м. Водообильность горизонта слабая. Воды солоноватые, на отдельных участках минерализация их достигает 11,3 г/л [18].

Город расположен на землях с изначально высоким уровнем грунтовых вод, из-за чего происходит частичное заболачивание территории. Деятельность человека еще более усугубила эту ситуацию. При эксплуатации месторождения глинистый горизонт, разделяющий трещинные и грунтовые воды, был нарушен (бурились поисково-разведочные скважины, породы над выработанным пространством обрушались) [46,54].

Ландшафт. Территория городского поселения представляет собою плосковолнистые супесчано-лессовые древнеаллювиальные и озерноаллювиальные равнины и террасы с разнотравно-типчаково-ковыльными степями на черноземах южных, местами солонцеватых.

Почвы — черноземы обыкновенные и черноземы с солонцеватыми комплексами [7].

На территории района растут береза, тополь, клен, осина. К особо ценным растениям относятся: золотой корень, маралий корень (*Leuzea carthamoides*), красный корень (*Hedysarum neglectum*), марьин

корень (*Paeonia anomala*), солодка уральская, душица, девясил высокий и другие [12, 15, 49].

2 Технологические характеристики Алтайского горно-обогатительного комбината

Добыча и обогащение полиметаллических руд на протяжении длительного времени являлась основой экономики города. Алтайский горно-обогатительный комбинат занимался добычей и обогащением руд, производил цинк, медь, свинец, олово, алюминий и являлся крупнейшим в этой отрасли предприятием. На территории района располагаются крупные месторождения полиметаллов, а также известняка и гранита.

В период с 1965 по 1973 год появляется крупное горно-обогатительное предприятие в результате проведения реконструкций рудника и фабрики.

В 1981 году, на базе Золотушинского рудоуправления образуется «Алтайский горно-обогатительный комбинат» (рисунок 3).



Рисунок 4 – Алтайский горно-обогатительный комбинат [53]

В период с 1986 по 1990 год Алтайский горно-обогатительный комбинат включает в себя ряд месторождений: Золотушинское, Ново-Золотушинское, Зареченское, Среднее, Таловское, Степное, Рубцовское, Корбалихинское, Юбилейное и ряд других месторождений руд цветных, металлов в Локтевском, Рубцовском, Третьяковском и Змеиногорском районах Алтайского края (рисунок 4).



Рисунок 4 – Золотушинский рудный район, месторождения: 32 – Юбилейное, 33 – Крючковское, 34 – Золотухинское, 35 – Новозолотухинское, 36 – Орловское, 37 – Гериховское, 53 – Локтевское [6]

Велась разработка шлаков бывших Локтевского и Змеиногорского заводов. Конечной продукцией являлись концентраты руд цветных металлов: свинцовый, цинковый, медный, также содержащие золото, серебро, кадмий и другие металлы [6].

В середине 90-х годов, в сложное время для России, Алтайский горно-обогатительный комбинат признали нерентабельным. Вместо того чтобы комбинат законсервировать, с его большими показателями и богатыми месторождениями, комбинат был обанкрочен и закрыт, подъемные копры были срезаны, горизонты были затоплены водой, а фабрика и строительные сооружения горно-обогатительного комбината были разобраны [51].

После закрытия Алтайского горно-обогатительного комбината на территории города осталось 2 нерекультивированных хвостохранилища: Старое и Новое (рисунок 5). Их общая площадь 1 км², а общий объем равен 11 млн. м³ [47].



Рисунок 5 – Расположение хвостохранилищ на территории города
(масштаб 1: 20 000)

В 2014 г., на бывших складских площадях Алтайского горно-обогатительного комбината, в г. Горняке запущено новое производство по сборке котельного оборудования. ООО «Горняцкий механический завод» максимально эффективно, в короткие сроки, запускает цех по механической обработке запасных частей на вариаторы, забрасыватели топлива серии ЗП, питатели топлива серии ПТЛ, лебедки ПСКМ, ПТБ-1200, линии углеподачи и шлакозолоудаления. Также запущен цех по сборке котельно-вспомогательного оборудования [53].

3 Обзор ранее проведенных исследований

Ветром с поверхности хвостохранилищ АГОКа уносится значительная масса аэрозольных частиц, которые являются продуктами разрушения горных пород. Данные горные породы относятся к отходам процесса обогащения полиметаллических руд и содержат токсичные элементы (свинец, кадмий, цинк и ряд других) [4].

А. В. Пузанов, С. В. Бабошкина, И. В. Горбачев провели исследования загрязнения снежного покрова в районе АГОКа. Так как снежный покров, обладает высокой сорбционной способностью, фактически аккумулирует все загрязняющие атмосферу компоненты, показывая существующее загрязнение воздуха [33].

Проведенные исследования показали, что в твердой фазе снега с поверхности хвостохранилищ АГОКа и прилегающих к ним участках наблюдается превышения ОДК почв для таких элементов как Zn, Pb, As, Ba, Cu, Cd. Содержание Zn, Pb, As, Ba превышает в среднем в 10 раз, Cu в 7 раз и Cd в 3 раза.

Центральная часть нового хвостохранилища и участки, находящиеся на востоке и северо-востоке от него характеризуются наибольшей суточной пылевой нагрузкой и содержанием тяжелых металлов в твердой фазе снежного покрова. В снеге у старого отвала наблюдается менее высокое содержание Cu, Zn, Pb, Cd.

Это объясняется тем, что материал, из которого состоит старое хвостохранилище, менее насыщен тяжелыми металлами. Авторы отмечают, что соотношения элементов в самих отвалах менее равномерны, чем в отфильтрованной твердой фазе снега (рисунок 6).

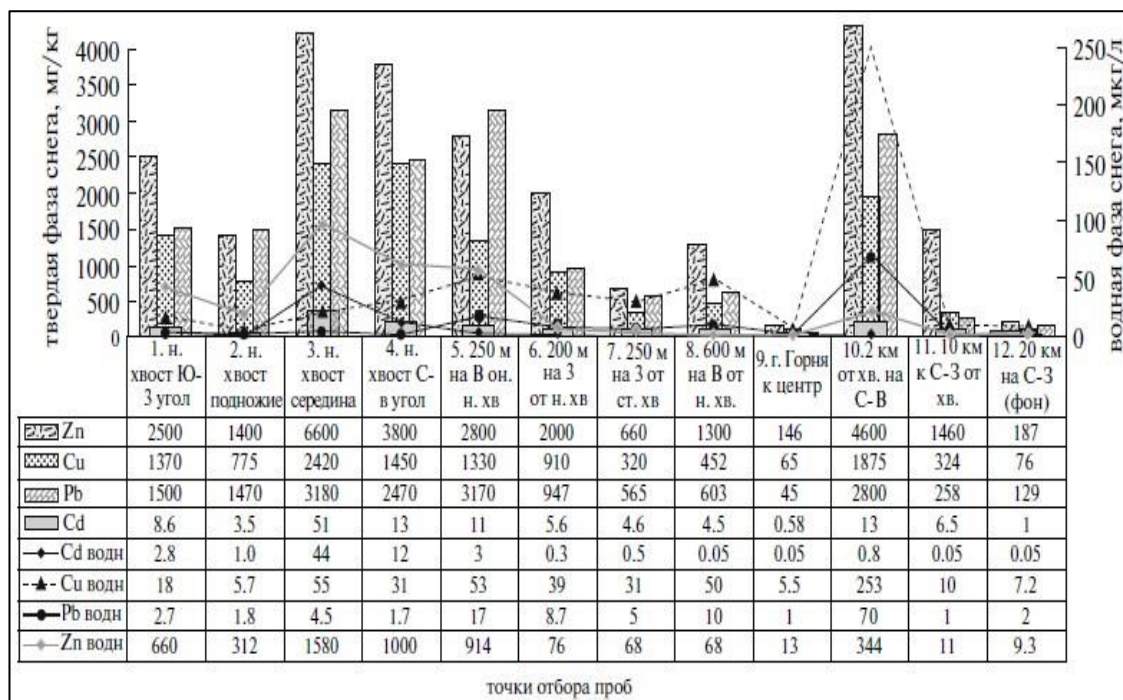


Рисунок 6 – Содержание тяжелых металлов в водной фазе мг/л и твердом остатке мг/л снежного покрова хвостохранилищ АГОКа и прилегающих территорий [14]

По полученным в ходе исследования данным, общая нагрузка на окружающую среду, создаваемая поступлением в нее химического элемента в результате аэрогенного загрязнения, рассчитывалась авторами как масса загрязнителя, выпадающего на единицу площади за единицу времени: $R_{общ} = CPn$ (мг/км² сут), где C – концентрация элемента в снеге, Pn – общая масса потока загрязнителя – пылевая нагрузка.

На основании полученного значения, было определено ежегодное поступление токсических веществ в почву при атмосферном переносе на единицу площади (таблица 1).

С увеличением расстояния наблюдается снижение количества элементов, выпадающих на единицу площади в результате аэрогенного переноса пыли, однако концентрация металлов в пыли может оставаться довольно высокой.

Таблица 1 – Ежегодная аэрогенная территориальная нагрузка химических элементов на окружающую среду окрестностей отвалов АГОКа, кг/км² в год [14]

Точка отбора проб	Химические элементы					Общая пылевая нагрузка, тонн
	As	Cd	Pb	Cu	Zn	
Центральная часть отвала (эпицентр)	457	51	7684	5847	15948	2416
250 м на восток от отвала	461	22	6433	2700	5682	2029
2 км на северо-восток от отвалов	65	6	1267	850	2082	453
Юго-западный угол отвала	74	5,1	887	810	1478	591
200 м на запад	12	0,5	76	73	161	80
10 км на северо-запад	1,2	0,5	15	19	85	58
Фон (20 км от отвалов на восток)	0,8	0,1	7,5	4,4	10,9	58

Естественно на большие расстояния переносятся тонкодисперсные частицы, которые имеют более высокую концентрацию тяжелых металлов, но оказывают значительно меньший вклад в загрязнение территории. Следовательно, полученные данные о концентрации тяжелых металлов в твердой фракции снежного покрова предоставляют только качественную оценку пыли на исследуемой территории [14].

Одним из главных факторов загрязнения компонентов природной среды тяжелыми металлами, барием и мышьяком в условиях степных ландшафтов Северо-Западного Алтая являются дефляционные процессы хвостохранилищ АГОКа.

А. В. Пузанов, С. В. Бабошкина, И. В. Горбачев проводили исследования верхних горизонтов техноземов. Использование полученных в ходе исследований данных авторам позволили рассчитать средние содержания As, Ba, Cd, Cu, Pb, Zn в образцах отвалов и коэффициенты опасности [10,13,35]. Коэффициенты опасности отражают увеличение

содержания данных элементов в верхнем слое технозема хвостохранилищ в сравнении с ПДК (таблица 2).

Таблица 2 - Средняя концентрация элементов в техноземах хвостохранилищ, мг/кг [13]

	Хвостохр.: старое	Новое	ПДК	К опасности	Кларк
As	207±30,6	135±23,5	20	8,5 (6-22)	5
Ba	91596±21344	230025±54560	100	1608 (31-6280)	500
Cd	7,1±2,1	9,5±1,8	0,5	16,5 (2-42)	0,5
Cu	2773±536,7	7794±2308	100	52 (5,5-270)	20
Pb	1669±178	4476±1066	37	83 (4-290)	100
Zn	4269±1041	6703±1634	300	18 (2-48)	50

В среднем, содержание мышьяка в образцах отложений превышает допустимые концентрации в почвах в 8,5 (до 22) раз, кадмия – в 16,5 (до 42) раз, цинка – в 18 (48) раз, меди – в 52 (до 270) раз, свинца – в 83 (до 290) раз. Содержание бария превышает ПДК для почв в 1600 раз.

Результаты исследования показывают что материал, из которого состоит новое (большое) хвостохранилище более насыщен тяжелыми металлами. Содержание в нем свинца и меди превышает содержание в старом хвостохранилище в 2,8 раза, бария – в 2,5 раза, кадмия и цинка в 1,5 раза.

Постепенная эрозия тела хвостохранилищ вызывает пространственную миграцию тяжелых металлов, бария и мышьяка.

В почвах на расстоянии не более 300 метров от хвостохранилища, можно обнаружить включения желтого техногенного происхождения.

Одновременно с эрозионными процессами разрушения хвостохранилищ, происходит и постоянный эоловый перенос тонкодисперсной фракции технозема с их поверхности [10,13,35].

Этими же авторами проводились исследования огородных почв города. Исследования показали, что содержание основных (Cu, Zn, Pb) и сопутствующих металлов (Cd) всех проб огородных почв города выше, чем

региональный фон и кларк в почвах [5,16]. Однако превышение ОДК почв наблюдается только в некоторых пробах.

Наблюдается увеличение концентрации тяжелых металлов (особенно Cd и Zn) в огородных почвах города при приближении данных участков к источнику загрязнения. На ближайшей к хвостохранилищам улице уровень превышения соответствует средней степени загрязнения [2].

Вместе с закрытием АГОКа остановилась и откачка воды из шахты, что привело к затоплению горных выработок. Это привело к тому, что грунт просел более чем на 12 метров. Произошло образование нескольких озер за счет выклинивания шахтных вод. Данные озера сильно отличаются элементарным составом, хоть и находятся всего в 250 метрах друг от друга (таблица 3).

Таблица 3 - Элементарный состав воды, мкг/л [1]

Элементы	Место отбора					ПДК
	Ствол шахты	Поверхность старого хвост.	Озеро 1	Озеро 2	р.Важенка Северо-западный Алтай (фон)	
Hg	<0,02	0,14	<0,02	<0,05	<0,02	0,5
Cd	0,13	940	1570	0,17	<0,05	1
Pb	<1	79	14	9,6	<1	30
Ni	<1	620	900	<1	<1	100
Co	5,9	1000	1330	3	<1	100
Cu	2,8	52300	81200	4,9	5,3	1000
Cr	1,7	7	11	1	<1	500
Zn	46	254000	438000	77	6,1	1000
Mn	2690	28100	43700	54	30	100
Fe	22000	304200	42700	93	188	300
As	<1	<1	<1	<1	<1	50
Ba	70	94	83	124	-	100
pH	7,1	2,55	3	6,8	8	

В воде озера № 1 наблюдается превышение санитарно-гигиенических норм по концентрации Cd, Ni, Co, Cu, Zn, Mn и Fe. Данное озеро можно сравнить по составу воды с озером на поверхности хвостохранилища.

В воде озера № 2 отмечается отсутствие превышения санитарно-гигиенических норм по содержанию микроэлементов, имеется только незначительное превышение ПДК по Ва.

В воде отмечается существенное превышение ПДК по содержанию Mn и Fe.

С. В. Бабошкиной, И. В. Горбачевым были проведены исследования воды озера на поверхности хвостохранилища. Авторы отметили, что для воды характерна агрессивная среда ($\text{pH} = 2-3$), а химический состав непригоден для жизнедеятельности.

Так же в этом озере отмечается превышение ПДК_{в.х.} по таким элементам как Pb, Ni, Co, Cu, Zn, Cd, Fe [1].

Аномально высокое содержание тяжелых металлов в среде непременно сказывается на накоплении высоких концентраций в биоте.

Отмечается что растения, произрастающие на загрязненных почвах, около отвалов АГОКа, имеют значительное различие в содержании элементов, в отличие от отдельных образцов технозема [24].

Увеличение интенсивности поглощения элементов и концентрации металлов в растительных тканях относительно фоновых величин, в некоторых растениях (люцерна, качим), является проявлением видовых особенностей растений [25,27].

В растениях техногенных ландшафтов Северо-Западного Алтая наблюдается значительное превышение содержаний основных рудных и сопутствующих элементов над растениями, произрастающими в незагрязненных экосистемах. Особенно варьируется содержание Cd, Zn и Pb.

В растениях отмечается снижение индексов поглощения основных рудных металлов Cu, Pb, Zn и Hg, при техногенном загрязнении субстрата. Однако заметно увеличивается потребление Fe, для которого характерен дефицит в аридных регионах [14].

Население Локтевского района характеризуется высокой пораженностью сердечно-сосудистыми заболеваниями, болезнями органов

дыхания и кровообращения. Отмечается высокий уровень заболеваемости населения различными онкологическими формами. Существуют различные гипотезы объясняющие рост числа онкологических заболеваний в Локтевском районе. Согласно одной из них, регистрация вновь выявленных форм рака определяется заболеваемостью лиц второго и третьего поколений жителей края, подвергшихся облучению в результате испытаний ядерного оружия на Семипалатинском полигоне.

Для каждой возрастной группы имеются значительные различия в заболеваемости населения, отмечается и зависимость от загрязняющего комплекса окружающей среды.

Общая заболеваемость района, в основном представлена возрастными группами детей (0-14 лет) и подростков (15-17 лет). Для данных групп характерно отмечаются поражения органов дыхания, кровообращения, выделения и скрытая хроническая патология.

Выявлены вещества, оказывающие наибольший вред на здоровье данного района. К ним относятся пыль, фтор, аммиак, бензапирен, оксид углерода, хлор, тяжелые металлы, ксилол, бензол, оксиды азота сероводород и другие соединения [50].

4 Материалы и методы исследования

4.1 Отбор проб

Для проведения исследований изучались пробы волос, накипи, почвы, материал хвостохранилищ и листья тополя. Количество изученных проб представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Количество изученных проб природных компонентов

Природный компонент	Материал Хвостохранилищ	Почва	Накипь	Листья тополя	Волосы
Количество проб	5	8	21	16	12

Отбор проб почв и материала хвостохранилищ. При отборе проб почв учитывалось направление ветра, ландшафтноморфологические особенности территории, мощность источников выбросов, особенности городской застройки, данные ранее проведенных исследований, а также требования по отбору проб почв. Пробы почв отбирались в поверхностном слое (на глубине от 0 до 10 см, который предварительно очищен от дернового слоя) [21]. Пробоотбор совершался лопаткой точечным методом. Пробы материала хвостохранилищ отбирались из закопущек на глубину примерно 30 см. В журнале фиксировались отобранные пробы почв и материала хвостохранилищ с указанием: номера пробы, места отбора проб, даты отбора, описания почв. Пробы упаковывались в полиэтиленовые пакеты, маркировались.

Отбор проб накипи. Отбор, подготовка и анализ проб солевых отложений питьевых вод (накипи) выполнялся согласно методике, изложенной в патенте [26]. Образцы накипи отбирались из различной посуды, в которой многократно кипятилась вода, используемая для питьевого водоснабжения (эмалированные и электрические чайники, кастрюли, котлы, самовары). В случае если накипь была прочно закреплена на стенках посуды, отбор выполнялся с помощью скальпеля, изготовленного из нержавеющей стали: накипь осторожно снималась со стенок бытовой

теплообменной посуды. В каждом случае фиксировался тип посуды, в которой кипятилась вода, и, по возможности, глубина залегания водоносного горизонта и время формирования накипи (т.е. когда последний раз чистилась посуда от накипи). Во всех полученных пробах использовалась водопроводная или колодезная вода, которая идет на питьевое водоснабжение. Общее количество отобранных проб составляет 21. На территории города Горняк было отобрано 19 проб, 1 проба отобрана на территории села Вторая Каменка и 1 проба на территории села Николаевка.

Отбор проб листьев тополя. Для отбора листьев использовался метод средней пробы. Пробы отбирались по окружности из внешней нижней части кроны, высота от земли составила 1,5-2 м с примерно одновозрастных деревьев. Отобранные листья были молодыми, но уже созревшими, т. е. находились в фазе наивысшей физиологической активности. Образцы упаковывали в крафт пакеты «Стерит» и высушивали при комнатной температуре. Масса образцов живого материала составляла в среднем 100 г, после высушивания – 50 г. Листья не промывали водой, чтобы сохранить информацию о пылеаэрозольной составляющей пробы [9].

Отбор проб волос. Пробы волос отбирались по стандартной методике, рекомендованной МАГАТЭ [17]. Отбор материала производился у детей возрастом от 2 до 15 лет. В выборку включались дети, не имеющие отклонений по медицинским показателям и постоянно проживающие на одном месте с момента рождения. Волосы отбирались не менее чем с пяти точек головы (затылочной, височной, теменной, лобной областей). Пряди волос отрезались ножницами из нержавеющей стали в нескольких миллиметрах от корня. При взятии образцов фиксировался возраст, пол, полное имя, адрес проживания и место рождения. Масса пробы составляла 200–500 мг. Пробы помещались в полиэтиленовые пакеты. Общее количество проб волос составило 12 шт. На территории города Горняк было отобрано 10 проб. В качестве фона выбрано село Вторая Каменка (Локтевский район, Алтайский край), в котором отобрано 2 пробы.

4.2 Лабораторно-аналитические исследования

Аналитические исследования проводились в МИНОЦ «Урановая геология». Из аналитических методов использовались такие методы как инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИННА) и атомно-абсорбционный анализ ртути.

Инструментальный нейтронно-активационный анализ. Метод ИНАА заключается в следующем: с помощью мощного потока нейтронов бомбардируются стабильные изотопы элементов, которые способны превращаться в радиоактивные и характеризуются специфическим излучением (энергии и по характеру). С выделением энергии, являющейся постоянной величиной, происходит распад радиоактивных изотопов. Таким образом, при излучении пробой γ -лучи с определенной энергией после облучения нейтронами, то это говорит о наличии в ней какого-либо элемента. Анализ составляющих γ -излучение, которые различаются по энергии, осуществляется с помощью многоканальных гамма-анализаторов.

С помощью ИНАА можно проводить исследование материала на содержание урана, тория, редкоземельных и других элементов с чувствительностью на порядок ниже их кларков в любых горных породах без его разрушения, растворения и химического разделения.

ИНАА проводится без химической подготовки пробы, что исключает погрешности измерений за счет привноса или удаления элементов вместе с реактивами или в случае неполного разложения пробы [20].

С помощью ИНАА можно определять содержание следующих 28 элементов: Ca, Na, Fe, As, Zn, Nd, Cr, Co, Sb, Br, Ba, Rb, Cs, Sr, Hf, Ta, Sc, Tb, Sm, Eu, La, Ce, Yb, Lu, U, Th, Au, Ag.

Нижние пределы обнаружения содержания элементов в природных средах представлены в таблице 5 [22].

Таблица 5 – Нижние пределы обнаружения содержания элементов в природных средах

Элемент	Предел, мг/кг	Элемент	Предел, мг/кг
Na	20	Ba	3
Ca	300	Sb	0,007
Sc	0,002	La	0,007
Cr	0,1	Ce	0,01
Fe	10	Sm	0,01
Co	0,1	Eu	0,01
Ni	20	Tb	0,001
Zn	2	Yb	0,05
As	1	Lu	0,01
Br	0,3	Hf	0,01
Rb	0,6	Ta	0,05
Sr	1	Au	0,002
Ag	0,02	Th	0,01
Cs	0,3	U	0,01

ИНАА проводился на исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т Томского политехнического университета по аттестованным методикам (НСАМ ВИМС № 410 ЯФ). Аналитические исследования проводились аналитиками А.Ф. Судыко и Л.В. Богутская.

Результаты ИНАА оформляются в виде таблицы, в которой указаны номера и шифры проб, содержание химических элементов в г/т (мг/кг), кроме Na, Ca, Fe их содержание указывается в %.

Атомно-абсорбционный анализ. Атомно-абсорбционная (АА) спектрометрия, основанная на измерении поглощения резонансного излучения свободными атомами, находящимися в газовой фазе, за относительно короткое время утвердилась как один из наиболее

эффективных современных аналитических методов, отличающийся высокой избирательностью, чувствительностью, экспрессностью.

К достоинствам АА метода относится его универсальность в отношении самых разнообразных объектов анализа, а также возможность применения его как для определения следов, так и надежного и точного определения основных компонентов в образцах сложного состава [48].

Измерения концентрации ртути в природных компонентах проводилось с использованием прибора анализатор ртути «РА-915+» с пиролизической приставкой «ПИРО-915+» (рисунок 7).

Принцип действия приставки ПИРО-915+ основан на восстановлении до атомарного состояния содержащейся в пробе связанной ртути методом пиролиза и последующем переносе образовавшейся атомарной ртути из атомизатора в аналитическую кювету газом – носителем (воздухом).



Рисунок 7 – Анализатор ртути «РА-915М» в комплекте с приставкой «ПИРО-915+»

4.3 Обработка данных

Обработка полученных данных после лабораторно-аналитических исследований проводилась на персональном компьютере с использованием программ STATISTICA и Microsoft Excel. В полученных базах данных после использования метода ИННА для элементов, чьи концентрации оказались

ниже предела обнаружения, были заменены половиной предела. Элементы в базах данных располагались в порядке увеличения атомного номера. Содержания Na, Ca, Fe были переведены из масс процентов в г/т, чтобы содержание всех химических элементов имело одинаковую единицу измерения. В процессе статистической обработки данных были рассчитаны такие числовые характеристики как: число наблюдений, среднее, медиана, мода, минимум, максимум, стандартное отклонение, коэффициент вариации, стандартная ошибка среднего, а также асимметрия и эксцесс.

Также статистическая обработка данных включала в себя проведение кластерного и факторного анализа для проб изучаемых компонентов природной среды.

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Предпроектный анализ

6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

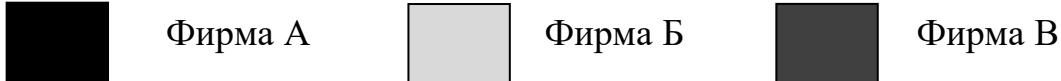
Разработка, которой посвящена данная работа, результаты комплексного исследования природных компонентов на территории города Горняк, в частности определение элементного состава природной среды и выделения индикаторных показателей (химические элементы и их отношения) влияния Алтайского горно-обогатительного комбината.

Данная разработка является актуальной в экологии и позволяет оценить влияние хвостохранилищ Алтайского горно-обогатительного комбината на природную среду и состояние здоровья населения. Целевым рынком разработки являются научно-исследовательские институты и органы по надзору и контролю в области природопользования различного уровня.

Сегментировать рынок услуг можно по степени потребности использования данных расчетов. Результаты сегментирования представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Карта сегментирования рынка услуг по исследованию природных компонентов

		Направление научного исследования		
		Исследование геоэкологических проблем горнорудных районов	Исследования элементного состава природных компонентов	Исследования влияния хвостохранилищ на природную среду
Размер	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			


■ Фирма А □ Фирма Б ■ Фирма В

6.1.2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

В работе получены результаты исследования накопления химических элементов в природных компонентах на территории города Горняк в результате влияния хвостохранилищ Алтайского горно-обогатительного комбината. Полученные данные могут быть использованы для геоэкологической характеристики исследуемой территории. Исследования проводились с использованием современных и точных методов анализа. Ранее на исследуемой территории проводились исследования других природных компонентов по отдельности. Данная работа является комплексным исследованием природных компонентов, некоторые из которых не изучались на исследуемой территории ранее. Полученные данные актуальны для природоохранных служб и научно-исследовательских институтов.

В таблице 8 приведена оценка конкурентов, где Ф – разрабатываемый проект, к1 – Институт водных и экологических проблем СО РАН, к2 – Новосибирский государственный университет.

Таблица 8 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		БФ	Бк1	Бк2	КФ	Кк1	Кк2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,1	9	9	8	0,9	0,9	0,8
2. Соответствие требованиям пользователей	0,06	9	8	7	0,54	0,48	0,42
3. Надежность методов исследования	0,1	10	10	9	1	1	0,9
4. Предоставляемые возможности пользователю	0,07	9	9	9	0,63	0,63	0,63
5. Использование результатов исследования для геоэкологической характеристики территории	0,1	10	9	8	1	0,9	0,8
6. Качество графического материала (графики, диаграммы)	0,07	9	9	8	0,63	0,63	0,56

Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	10	9	8	1	0,9	0,8
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	8	8	8	0,4	0,4	0,4
3. Цена	0,1	9	8	7	0,9	0,8	0,7
4. Финансирование научной разработки	0,1	9	8	8	0,9	0,8	0,8
5. Срок выхода на рынок	0,05	9	9	7	0,45	0,45	0,35
6. Наличие сертификации разработки	0,1	10	10	10	1	1	1
Итого	1	111	106	97	9,35	8,89	8,16

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю по десятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 10 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

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.

Конкурентоспособность данной научной разработки выше, по сравнению с конкурентами, так как у данной разработки более высокие показатели.

6.1.3 SWOT-анализ

SWOT (сильные и слабые стороны, возможности, угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Надежность и точность используемых методов исследования С2. Наличие бюджетного финансирования С3. Квалифицированный персонал	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Стоимость проведения научного исследования Сл2. Узкий круг потенциальных пользователей Сл3. Высокие временные затраты на проведение исследования
Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2. Использование результатов в последующих работах или продолжение данного исследования В3. Увеличение спроса на исследование со стороны органов по надзору и контролю в области природопользования	Получение результатов исследования накопления химических элементов в природных компонентах на территории города Горняк в результате влияния хвостохранилищ Алтайского горно-обогатительного комбината, использования данных для геоэкологической характеристики города.	Использование инфраструктуры ТПУ позволит снизить затраты на исследование, а заинтересованность органов по надзору и контролю в области природопользования увеличит спрос.
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на результаты исследования У2. Развитая конкуренция среди научно-исследовательских институтов У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства	Использование надежных и точных методов в проведении исследования, а также наличие квалифицированного персонала повышает конкуренцию среди остальных.	Поиск дополнительного финансирования для продолжения исследования, расширение спроса

Затем необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Эту матрицу можно использовать в качестве одного из оснований для оценки вариантов стратегического выбора.

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 «-».

Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Интерактивная матрица проекта

	Сильные стороны проекта			
		С1.	С2.	С3.
Возможности проекта	В1.	+	+	+
	В2.	+	+	+
	В3.	+	-	0

	Слабые стороны проекта			
		Сл1.	Сл2.	Сл3.
Возможности проекта	В1.	0	-	-
	В2.	+	-	+
	В3.	+	+	-

	Сильные стороны проекта			
		С1.	С2.	С3.
Угрозы	У1.	-	+	-
	У2.	+	+	+
	У3.	-	+	+

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

6.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Для определения стадии жизненного цикла научной разработки необходимо оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить

уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Оценка степени готовности представлена в таблице 11.

Таблица 11 – 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	3	3
3	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	2	2
4	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	4
5	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	4	4
6	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	3	2
7	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	2	3
8	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	2	2
9	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	2	2
10	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	3	3
11	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	1
12	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	2	2
13	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	3	2
14	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	3	3
15	Проработан механизм реализации научного проекта	4	4
	ИТОГО БАЛЛОВ	41	41

При проведении анализа по таблице 11, приведенной выше, по каждому показателю ставится оценка по пятибалльной шкале. При этом система измерения по каждому направлению (степень проработанности научного проекта, уровень имеющихся знаний у разработчика) отличается. Так, 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.

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.

В результате можно сделать вывод, что перспективность разработки научного проекта и уровень имеющихся знаний у разработчика находятся на одном уровне и имеют среднюю перспективность.

Вывод: Необходимо проработать слабые стороны проекта и улучшить показатели выхода на международный рынок. В будущем необходимо рассмотреть возможность международного сотрудничества с зарубежными научно-исследовательскими институтами.

Также необходимо более детально разобраться с вопросами по финансированию научной разработки при ее коммерциализации и проработать возможность использования услуг инфраструктуры поддержки и получения льгот.

6.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

В качестве метода коммерциализации выбрана торговля патентными лицензиями. Торговля патентными лицензиями подразумевает передачу третьим лицам права использования объектов интеллектуальной собственности на лицензионной основе и тем самым будут получены средства для продолжения дальнейших научных исследований.

6.2 Инициация проекта

6.2.1 Цели и результат проекта

Информация о заинтересованных сторонах проекта, которые активно участвуют в проект или интересы которых могут быть затронуты в результате завершения проекта представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
НИ ТПУ	Удовлетворение потребностей страны в высококвалифицированных специалистов
Разработчик проекта (магистрант)	Комплексная оценка эколого-геохимическая оценка территории г. Горняк в результате воздействия хвостохранилищ Алтайского горно-обогатительного комбината
Органы по надзору и контролю в сфере природопользования, научно-исследовательские институты	Информация о влияние хвостохранилищ Алтайского горно-обогатительного комбината на природную среду и здоровье населения

В таблице 13 представлена информация о иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Таблица 13 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Комплексная оценка эколого-геохимическая оценка территории г. Горняк в результате воздействия хвостохранилищ Алтайского горно-обогатительного комбината
Ожидаемые результаты проекта:	Будет дана геоэкологическая характеристика района исследования. Определен элементный состав природной среды на территории исследования.

	Выделены индикаторные показатели влияния хвостохранилищ Алтайского ГОКа
Критерии приемки результата проекта:	Определен элементный состав природной среды на территории исследования. Выделены индикаторные показатели влияния хвостохранилищ Алтайского ГОКа
Требования к результату проекта:	Требования:
	Определение элементный состав природной среды на территории исследования.
	Проведение статистической обработки данных и построение графиков и диаграмм
	Выделение индикаторных показателей влияния хвостохранилищ Алтайского ГОКа

6.2.2 Организационная структура проекта

Следующим шагом является определение следующих вопросов: кто будет входить в рабочую группу данного проекта, определить роль каждого участника в данном проекте, а также прописать функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты. Данная информация представлена в таблице 14.

Таблица 14 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1	Соктоев Б.Р., ТПУ, ОГ, доцент, к.г.-м.н.	Руководитель проекта	Реализация проекта в пределах заданных ограничений по ресурсам, координация деятельности участников проекта	100
2	Барановская Н.В., ТПУ, ОГ, профессор, д.б.н.	Эксперт проекта	Консультирование по выполнению ВКР	100
3	Миронова В.Е., ТПУ, ОИЯ, ст. препод.	Эксперт проекта	Консультирование по выполнению английской части	3
4	Рыжакина Т.Г., ТПУ, ОСГН, доцент, к.э.н.	Эксперт проекта	Консультирование по выполнению раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	3
5	Скачкова Л.А., ТПУ, ОБД, ст.	Эксперт проекта	Консультирование по выполнению раздела	3

	препод.		«Социальная ответственность»	
6	Суло В.В., ТПУ, ОГ, магистрант	Исполнитель по проекту	Комплексная эколого- геохимическая оценка территории г. Горняк в результате воздействия хвостохранилищ Алтайского ГОКа	1000
ИТОГО				1209

6.2.3 Ограничения и допущения проекта

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 реализованных в рамках данного проекта. Информация представлена в таблице 15.

Таблица 15 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения
1. Бюджет проекта	988 432 рублей
2. Источник финансирования	НИТПУ
3. Сроки проекта	09.09.2018 – 31.05.2020
3.1 Фактическая дата утверждения плана управления проектом	30.09.2018
3.2 Плановая дата завершения проекта	31.05.2020

6.3 Планирование управления научно-техническим проектом

6.3.1 Иерархическая структура работ проекта

Группа процессов планирования состоит и 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.

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта. На рисунках 26 и 27 представлен шаблон иерархической структуры и проектная структура разработки.



Рисунок 26 – Иерархическая структура по ВКР

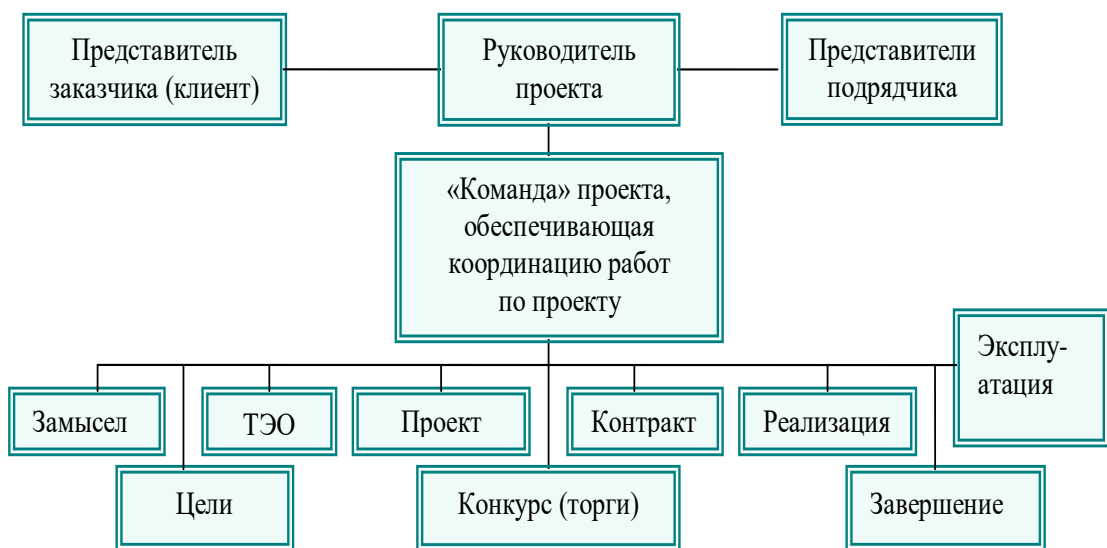


Рисунок 27 – Проектная структура проекта

6.3.2 План проекта

В рамках планирования научного проекта построены календарный и сетевой графики проекта. Календарный план проекта представлен в таблице 16.

Таблица 16 – Календарный план проекта

Код раб.	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окон-я работ	Состав участников (ФИО исполн.)
1	Утверждение проекта	33	03.09.2018	05.10.2018	Соктоев Б.Р.
1.1	Утверждение научного руководителя	8	03.09.2018	10.09.2018	Соктоев Б.Р.
1.2	Утверждение темы проекта	25	11.09.2018	05.10.2018	Соктоев Б.Р.
2	Обзор литературы	33	06.10.2018	08.12.2018	Сусло В.В.
	Подготовка баз данных	23	09.12.2018	31.12.2018	Сусло В.В.
	Построение геохимических рядов	31	01.01.2019	31.01.2019	Сусло В.В.
	Статическая обработка данных	52	01.02.2019	21.03.2019	Сусло В.В.
	Построение графиков и диаграмм	91	22.03.2019	20.06.2019	Сусло В.В.
	Выделение индикаторных показателей	117	21.06.2019	14.10.2019	Сусло В.В.
	Анализ полученных результатов	84	15.10.2019	06.01.2020	Сусло В.В.
	Подготовка отчета	54	01.05.2020	31.05.2020	Сусло В.В.
	Защита магистерской диссертации по теме проекта	14	18.06.2020	14.06.2020	Сусло В.В.
ИТОГО:		657	03.09.2018	13.06.2020	

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ (таблица 17).

Таблица 17 – Календарный план график проведения НИОКР по теме

Наименование этапа	Т, дней	2018					2019					2020									
		Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
Составление технического задания		■																			
Изучение литературы				■	■	■										■	■				
Построение графиков и диаграмм, выделение индикаторных отношений, анализ результатов							■	■	■	■	■	■	■	■	■						
Проверка работы																					■

■ – магистрант (Суслó В.В.) ■ – руководитель (Соктоев Б.Р.)

6.4 Бюджет научного исследования

В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям, представленным в таблице 18.

Таблица 18 – Группировка затрат по статьям

Вид работ	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ
Комплексные эколого-геохимические работы	Блокнот, ручка, бумажные (крафт) пакеты, скальпель, пакеты полиэтиленовые с замком zip lock	

Лабораторные работы	Спирт этиловый технический, вата стерильная хирургическая, пинцет медицинский, фольга алюминиевая (10 м × 30 см), линейка чертежная, халат медицинский.	ИНАА (Инструментально-нейтронно-активационный анализ)
Камеральные работы		Компьютер (ПК), программное обеспечение: «STATISTICA», «Microsoft Excel»

Для учета затрат на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, производится расчет стоимости материальных затрат по действующим прейскурантам или договорным ценам. Результаты представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Сырье, материалы и комплектующие изделия

Наименование	Кол-во	Цена за единицу с НДС, руб	Сумма, руб
Блокнот	1 шт.	50	50
Ручка	2 шт.	20	40
Бумажные (крафт) пакеты	16 шт.	25	400
Скальпель	1 шт.	100	100
Полиэтиленовые с замком zip lock	46 шт.	1	46
Спирт этиловый технический	1 л.	175	175
Вата стерильная хирургическая	1 кг.	150	150
Пинцет медицинский	1 шт.	80	80
Фольга алюминиевая 10 м × 30 см	1 шт.	50	50
Линейка чертежная	1 шт.	60	60
Халат медицинский	1 шт.	1000	1000
Всего за материалы			2151
Транспортно-заготовительные расходы (5%)			108
Итого по статье С _м			2259

Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Далее описаны все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по конкретной теме и занесены в таблицу 20.

Таблица 20 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Компьютер (ПК)	1	40000	40000
2	Анализ проб на ИНАА	62	2500	155000
3	Программное обеспечение «STATISTICA»	1	8000	8000
4	Программное обеспечение «Microsoft Excel»	1	2000	2000
ИТОГО				205000

Расчет основной заработной платы

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 21.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

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;

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

$Z_{дн}$ – 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.

Таблица 21 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Магистрант
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	99	99
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	24	24
- невыходы по болезни	10	10
Действительный годовой фонд рабочего времени	218	218

Месячный должностной оклад работника:

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

где: $Z_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

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

$K_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда);

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

Основная заработная плата руководителя (от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в ТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

1) оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями, например, ассистент, ст. преподаватель, доцент, профессор. Базовый оклад Z_6 определяется исходя из размеров окладов, определенных штатным расписанием предприятия.

2) стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.

3) иные выплаты; районный коэффициент.

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 22.

Таблица 22 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Z_6 , руб.	$K_{пр}$	K_d	K_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	$T_{раб.}$, раб. дн.	$Z_{осн.}$, руб.
Руководитель	24000	1	0,02	1,3	31824	1635	218	356430
Магистрант	6000	-	-	1,3	7800	401	218	87418

Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

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

$$Z_{доп} = K_{доп} \cdot Z_{осн}$$

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

$K_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты (10%);

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

В таблице 23 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 23 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Магистрант
Основная зарплата, руб.	356430	87418
Дополнительная зарплата, руб.	35643,0	8741,8
Итого по статье $C_{зп}$, руб.	488232,8	

Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб.}} = k_{\text{внеб.}} (Z_{\text{осн.}} + Z_{\text{доп.}})$$

Где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр., и равен 0,3).

$$C_{\text{внеб.}} = 0,3 * (443848 + 44385) = 146470 \text{ рублей}$$

Накладные расходы

Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

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

где: $K_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов.

$$C_{\text{накл}} = 0,3 * (443848 + 44385) = 146470 \text{ рублей}$$

Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Расчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции (таблица 24).

Таблица 24 – Затраты научно-исследовательской работы

Затраты по статьям						
Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные	Специальное оборудование для научных (экспериментальных)	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Накладные расходы	Отчисления на социальные нужды	Итого плановая себестоимость

изделия и работ полуфабрикаты						
2259	205000	443848	44385	146470	146470	988432

Организационная структура проекта

В практике используется несколько базовых вариантов организационных структур: функциональная, проектная, матричная (таблица 25). Для научного проекта выбираем проектную организационную структуру.

Таблица 25 – Организационная структура проекта

Критерии выбора	Функциональная	Матричная	Проектная
Степень неопределенности условий реализации проекта	Низкая	Высокая	Высокая
Технология проекта	Стандартная	Сложная	Новая
Сложность проекта	Низкая	Средняя	Высокая
Взаимозависимость между отдельными частями проекта	Низкая	Средняя	Высокая
Критичность фактора времени (обязательства по срокам завершения работ)	Низкая	Средняя	Высокая
Взаимосвязь и взаимозависимость проекта от организаций более высокого уровня	Высокая	Средняя	Низкая

План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражающий требования к коммуникациям со стороны участников проекта представлен в таблице 26.

Таблица 26 – План управления коммуникациями

№ п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1.	Статус проекта	Руководитель	Представителю	Ежеквартально

		проекта	заказчика	(первая декада квартала)
2.	Обмен информацией о текущем состоянии проекта	Исполнитель проекта	Участникам проекта	Еженедельно (понедельник)
3.	Документы и информация по проекту	Ответственное лицо по направлению	Руководителю проекта	Не позже сроков графиков и контрольных точек
4.	О выполнении контрольной точки	Исполнитель проекта	Руководителю проекта	Не позже дня контрольного события по плану управления

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 27.

Таблица 27– Реестр рисков

№	Риск	Вероятность наступления риска	Влияние риска	Уровень риска	Способы смягчения риска
1	Отсутствие спроса на результаты исследования	Средний	На коммерциализацию проекта	Низкий	Увеличение заинтересованности природоохранных организаций в исследовании
2	Развитая конкуренция среди научно-исследовательских институтов	Средний	На конкурентоспособность проекта	Низкий	Использование надежных и точных методов в проведении исследования и наличие квалифицированного персонала повышает конкуренцию среди остальных
3	Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства	Низкий	На возможность проведения исследования и сроки	Высокий	Поиск дополнительного финансирования для проведения исследования. Использование инфраструктуры ТПУ

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 (cashflow). 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).

6.5.2 Чистая текущая стоимость (NPV)

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 28. При расчете рентабельность проекта составляла 20 %, амортизационное отчисления 10 %.

Таблица 28 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации, руб.	0	1186118	1186118	1186118	1186118
2	Итого приток, руб.	0	1186118	1186118	1186118	1186118
3	Инвестиционные издержки, руб.	-988432	0	0	0	0
4	Операционные затраты, руб.	0	296530	296530	296530	296530
5	Налогооблагаемая прибыль	0	889589	889589	889589	889589
6	Налоги 20 %, руб.	0	177918	177918	177918	177918
7	Итого отток, руб.	-988432	474447	474447	474447	474447
8	Чистая прибыль, руб.	0	711671	711671	711671	711671
9	Чистый денежный поток (ЧДП), руб.	-988432	810514	810514	810514	810514
10	Коэффициент дисконтирования (КД)	1	0,833	0,694	0,578	0,482
11	Чистый дисконтированный денежный поток (ЧДД), руб.	-988432	675158	562497	468477	390668
12	\sum ЧДД		2096800			
12	Итого NPV, млн руб.		1108368			

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 **1108368** млн. рублей, что позволяет судить об его эффективности.

6.5.3 Индекс доходности (PI)

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:

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

где: ЧДД - чистый денежный поток, млн. руб.;

I_0 – начальный инвестиционный капитал, млн. руб.

Таким образом PI для данного проекта составляет:

$$PI = \frac{2096800}{988432} = 2,12$$

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

6.5.4 Внутренняя ставка доходности (IRR)

Значение ставки, при которой NPV 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 $NPV = 0$. 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.

$$\sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{опt}}{(1+IRR)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+IRR)^t}$$

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования (i) существует обратная зависимость. Эта зависимость представлена в таблице 29 и на рисунке 25.

Таблица 29 - Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	NPV, руб.
1	Чистые денежные потоки, руб.	-988432	810514	810514	810514	810514	
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	-988432	736757	669485	608696	553581	1580088
	0,2	-988432	675158	562497	468477	390668	1108368
	0,3	-988432	623285	479824	368784	283680	767142
	0,4	-988432	578707	413362	295027	210734	509398
	0,5	-988432	540613	359868	239102	160482	311633
	0,6	-988432	506571	316101	197765	124009	156014
	0,7	-988432	476582	271522	164534	90778	14985
	0,8	-988432	450646	250449	138598	76999	-71740
	0,9	-988432	426330	224512	118335	62410	-156844
	1,0	-988432	405257	202629	101314	50252	-228980

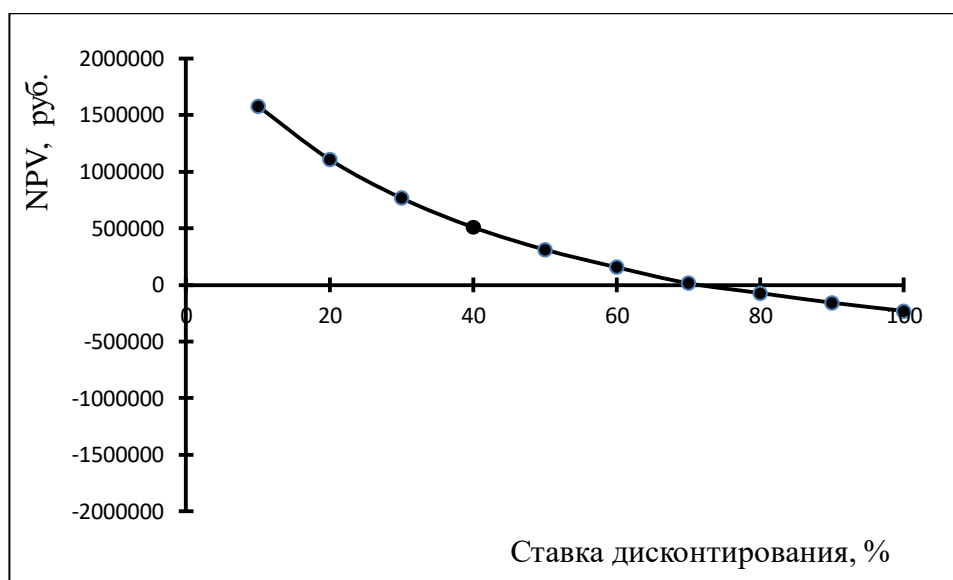


Рисунок 28 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

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 **0,72**.

Запас экономической прочности проекта: $72\% - 20\% = 52\%$.

6.5.5 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 230).

Таблица 30 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Дисконтированный чистый денежный поток ($i=0,20$),	-988432	675158	562497	468477	390668

	млн. руб.					
2	То же нарастающим итогом, млн. руб.	-988432	-313274	249223	717700	1108368
3	Дисконтированный срок окупаемости	$PP_{дск} = 1 + 313274 / 562497 = 1,56$ года				

Срок окупаемости составляет **1,56 года**.

Социальная эффективность научного проекта (таблица 31) учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населения 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 31 – Критерии социальной эффективности

ДО	ПОСЛЕ
Эколого-геохимическая оценка проводилась только по некоторым природным компонентам на территории г. Горняк	Проведена комплексная оценка состояния природной среды на территории г. Горняк
Индикаторные показатели влияния хвостохранилищ Алтайского ГОКа выделены только для нескольких природных компонентов	Выделены индикаторные показатели влияния хвостохранилищ Алтайского ГОКа на природную среду и здоровье населения

6.5.6 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 размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (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 – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 32.

Таблица 32 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ ПО	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	4	4	3
2. Соответствует требованиям потребителей	0,15	5	4	4
3. Надежность методов исследования	0,25	4	3	2
4. Предоставляемые возможности пользователю	0,15	3	3	3
5. Качество графического материала	0,15	4	4	3
6. Точность анализа	0,20	5	4	4
ИТОГО	1	25	22	19

$$I_m^p = 4 * 0,1 + 5 * 0,15 + 4 * 0,25 + 3 * 0,15 + 4 * 0,15 + 5 * 0,2 = 4,2$$

$$I_1^A = 4 * 0,1 + 4 * 0,15 + 3 * 0,25 + 3 * 0,15 + 4 * 0,15 + 4 * 0,2 = 3,6$$

$$I_2^A = 3 * 0,1 + 4 * 0,15 + 2 * 0,25 + 3 * 0,15 + 3 * 0,15 + 4 * 0,2 = 3,1$$

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

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

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

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

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 33.

Таблица 33 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,20	0,18	0,21
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,2	3,6	3,1
3	Интегральный показатель эффективности	21	20	14,8
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения		1,05 (р/а ₁) 1,41 (р/а ₂)	

Вывод: 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 рассчитан бюджет научного исследования, определена чистая текущая стоимость, (NPV), равная 1108368 руб.; индекс доходности $PI=2,12$; внутренняя ставка доходности $IRR=72\%$, запас экономической прочности проекта составляет 52%, срок окупаемости $PP_{\text{дск}}=1,56$ года, тем самым инвестиционный проект можно считать выгодным и экономически целесообразным.

7 Социальная ответственность

Введение

Данная выпускная квалификационная работа посвящена комплексной эколого-геохимической оценке территории города Горняк в результате воздействия хвостохранилищ Алтайского горно-обогатительного комбината.

В ходе работы определяется элементный состав отобранных проб природных компонентов (волос, накипи, почвы, материала хвостохранилищ и листьев тополя), затем проводится статистическая обработка полученных данных и выделяются индикаторные показатели (химические элементы, отношения) влияния хвостохранилищ Алтайского горно-обогатительного комбината на природную среду и здоровье населения. Все анализы проб и обработка полученных данных проводились в 20 корпусе Томского политехнического университета. Пробы были отобраны сотрудниками отделения геологии НИ ТПУ. Часть проб отобрана в 2011 г., другая часть проб отобрана в 2017-2018 гг.

Актуальность работы связана с тем, что длительное время основой экономики города являлась добыча и обогащение полиметаллических руд. Крупнейшим предприятием этой отрасли промышленности в городе являлся Алтайский горно-обогатительный комбинат, который функционировал ориентировочно с 1940 по 1995 гг. После закрытия ГОКа на территории города осталось 2 нерекультивированных хвостохранилища которые оказывают влияние на состояние природной среды и здоровье населения.

Основными пользователями полученных результатов являются органы по надзору и контролю в области природопользования и другие научно-исследовательские институты.

Целью данного раздела является анализ возможных вредных и опасных факторов, рассмотрение вопросов по воздействию на окружающую среду, чрезвычайных ситуаций на рабочем месте, технике безопасности и оценке условий труда.

7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

7.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства.

Согласно статье 37 Конституции Российской Федерации, каждый гражданин имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены, на оплату труда без какой бы то ни было дискриминации и не ниже установленного федеральным законом минимального размера оплаты труда, а также право на защиту от безработицы [30].

Систему налогов и сборов на территории Российской Федерации устанавливает налоговый кодекс РФ [32].

Трудовым кодексом Российской Федерации регулируются трудовые отношения между работником и работодателем.

Согласно статье 91 Трудового кодекса Российской Федерации нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю. Работодатель обязан вести учет времени, фактически отработанного каждым работником [40].

В статье 5 главы 1 Федерального закона Российской Федерации № 426-ФЗ от 28 декабря 2013 года устанавливаются права и обязанности работника в ходе проведения специальной оценки условий труда [43].

Режим труда и отдыха при работе с компьютером.

При работе с персональным компьютером в среднем по истечению 2 часов у пользователя возникает утомление. Для предотвращения последующего ухудшения самочувствия пользователя и снижения его общей активности и работоспособности целесообразно соблюдать режим труда и отдыха.

Режим труда и отдыха подбирается исходя категории работы и согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [37]. Для рабочей смены продолжительностью 8 часов были определены следующие режимы

перерывов: спустя 2 часа после начала работы и через 2 часа после обеденного перерыва – по 15 минут; через 2 часа от начала работы и через 1,5 – 2 часа после обеденного перерыва – по 15 минут.

Возможна и организация регламентированных перерывов меньшей длительности, использование которых рекомендуется для оставления рабочего места в целях проведения разминочных физических упражнений, проведение гимнастики для глаз и по возможности выхода на свежий воздух.

7.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Требования к организации рабочих мест пользователей персональных компьютеров.

Требования к организации рабочих мест пользователей персональных компьютеров изложены в СанПиН 2.2.2.542-96 [36] и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [37]. Согласно с этими нормативно правовыми актами при организации рабочего места пользователя персонального компьютера необходимо соблюдение следующих правил:

- Расстояние между рабочими столами с видеомониторами не должно быть менее 2 м в направлении тыльной стороны монитора, и не менее 1,2 м между боковыми сторонами мониторов;

- Минимальное расстояние от монитора до глаз пользователя должно составлять не менее 600-700 мм, при определенном размере шрифта допустимо расстояние в 500 мм;

- Конструкция рабочего стула выбирается исходя из роста пользователя, продолжительности работы и должна способствовать естественному движению пользователя, не производя дополнительной нагрузки на мышцы спины и шейно-плечевой области.

- Рабочее кресло должно иметь поворотный-подъёмный механизм и возможность регулировки по высоте, углам наклона сидений и спинки, при этом должна обеспечиваться надежная фиксация стула;

- Рабочее место должно располагаться таким образом, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно с левой стороны;
- Окна в помещениях с ПК должны быть оснащены регулируемыми устройствами (жалюзи, занавески, внешние козырьки и т. д.);
- При выполнении творческой работы с применением ПК рабочие места необходимо изолировать друг от друга с помощью перегородок высотой от 1,5 до 2,0 м;
- Монитор, клавиатура и корпус ПК должны размещаться прямо перед пользователем, при этом не допускаются повороты головы или корпуса тела;
- Высота рабочего стола и посадочного места должна быть такой, чтобы центр монитора находился чуть выше уровня глаз пользователя;
- Минимальное пространство для ног должно быть высотой 600 мм, шириной 500 мм, глубиной 450 мм. При этом предусматривается подставка для ног работающего шириной не менее 300 мм с функцией регулировки угла наклона. Ноги при этом должны сгибаться под прямым углом.

7.2 Производственная безопасность

Первопричиной всех травм и заболеваний, связанных с процессом труда, является неблагоприятное воздействие на организм занятого трудом человека тех или иных факторов производственной среды и трудового процесса. Это воздействие, приводящее в различных обстоятельствах к различным результирующим последствиям, зависит от наличия в условиях труда того или иного фактора, его потенциально неблагоприятных для организма человека свойств, возможности его прямого или опосредованного действия на организм, характера реагирования организма в зависимости от интенсивности и длительности воздействия (экспозиции) данного фактора.

Характер и результаты воздействия производственного фактора на жизнь, и здоровье занятого трудом человека в каждом случае конкретны и многовариантны, а в ряде случаев и уникальны, и зависят от взаимодействия множества условий и обстоятельств.

Регулирует данный вопрос ГОСТ 12.0.003-2015 [26].

Вредные и опасные факторы производственной деятельности представлены в таблице 34.

Таблица 34 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Полевой	Лабораторный	Камеральный	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	<ul style="list-style-type: none"> - СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. - Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда
2. Недостаточная освещённость рабочей зоны	-	+	+	<ul style="list-style-type: none"> - СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. - ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий.
3. Монотонный режим работы	+	+	+	<ul style="list-style-type: none"> - Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда
4. Электрический ток	-	+	+	<ul style="list-style-type: none"> - ГОСТ 12.1.019-2017 Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты - ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов
5. Пожарная опасность	-	+	+	<ul style="list-style-type: none"> - ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования; - ГОСТ 12.4.009-83 Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание

7.2.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования

В процессе проведения полевого этапа – отбора проб природных компонентов (волос, накипи, почвы, материала хвостохранилищ и листьев тополя) вредных и опасных факторов выявлено не было.

7.2.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований

Отклонение параметров микроклимата.

Микроклимат рабочей зоны характеризуется следующими показателями: температура воздуха и поверхностей, относительная влажность и скорость движения воздуха, интенсивность теплового облучения.

К источникам изменения микроклимата относятся: отопительная система, система вентиляции, лампы накаливания, солнце, нагревание электронно-вычислительных машин и др.

Отклонения параметров микроклимата в значительной степени может влиять на функциональную деятельность человека, привести к снижению работоспособности и возникновению различных заболеваний, а так же на надежность и скорость работы вычислительной техники.

Оптимальные параметры микроклимата для рабочих зон с использованием ПК представлены в таблице 35.

Таблица 35 – Оптимальные параметры микроклимата для рабочих зон с использованием ПК

Температура, град. С	Относительная влажность.%	Абсолютная влажность, г/м ³	Скорость движения воздуха. м/с
19	62	10	< 0,1
20	58	10	< 0,1
21	55	10	< 0,1

Недостаточная освещенность рабочей зоны.

Рабочая зона находится в помещении, где имеется естественное и искусственное освещение. Естественное освещение осуществляется через световые проемы (окна), а искусственное освещение осуществляется системой общего равномерного освещения. Тип освещения рабочей зоны является совмещенным.

В СНиП 23-05-95 [39] прописан ряд требований к качеству освещения:

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

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк [39].

Недостаточность освещения приводит к напряжению зрения, ослабляет внимание, приводит к наступлению преждевременной утомленности. Чрезмерно яркое освещение вызывает ослепление, раздражение и резь в глазах.

Правильно организованное освещение рабочего места позволит сохранить зрение человека и нормальное состояние нервной системы, а также повысит безопасность в процессе производства.

Монотонный режим работы.

Исследователями получено и проанализировано немало данных, свидетельствующих о том, что помимо самой рабочей нагрузки в реальной трудовой деятельности на работоспособность определенным образом влияют и неблагоприятные условия труда, в том числе такие, которые вытекают из характера самой выполняемой работы.

При статистической обработке полученных данных происходит однообразное повторение трудовых операций, что свидетельствует о проявлении монотонности работы. Её можно рассматривать как фактор утомляемости трудящегося.

Монотонная работа может привести к усталости, уменьшению тонуса скелетной мускулатуры и симпатического отдела вегетативной нервной системы, что в свою очередь влечёт за собой снижение артериального давления, частоты пульса и т. д.

Основными последствиями монотонного труда являются: снижение общей работоспособности и производительности труда; увеличение производственного травматизма; повышенная заболеваемость и др.

Электрический ток.

Электрический ток – это основной опасный фактор при компьютерной работе. В рабочей зоне источниками электрического тока является персональный компьютер, ртутный анализатор РА-915+, а также все розетки и провода. Все это является потенциальной опасностью для человека, так как в процессе эксплуатации или проведении профилактических работ человек может коснуться частей, которые находятся под напряжением.

Электрические травмы представляют собой чётко выраженные местные повреждения тканей организма человека, вызванные воздействием электрического тока.

Хоть электрические травмы и излечимы, их степень тяжести может быть значительной и доходить вплоть до смерти человека. Смертельно опасным для жизни человека считают ток, превышающий 0,05А, ток менее 0,05А является безопасным (до 1000В).

Проходя через организм человека, электрический ток может оказать термическое, электролитическое и биологическое действие.

При термическом воздействии на теле человека появляются ожоги различных форм, происходит перегревание кровеносных сосудов и нарушение функциональности внутренних органов.

Электролитическое воздействие проявляется в расщепление крови и иной органической жидкости в тканях организма.

Биологическое действие проявляется в нарушение нормальной работы мышечной системы, вызывая непроизвольные судорожные сокращения мышц [35].

Пожарная опасность.

Анализ пожароопасности как опасного фактора описан в разделе «Безопасность в чрезвычайных ситуациях».

7.2.3. Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

Отклонение параметров микроклимата.

Показатели микроклимата рабочей зоны регулируются СанПиН 2.2.4.548-96 [38]. Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 в таблице 36 представлены оптимальные значения показателей микроклимата для помещений при проведении лабораторных и камеральных работ [38].

Таблица 36 - Оптимальные величины показателей микроклимата для помещений

Период года	Показатель микроклимата	Величина
Холодный	Температура воздуха в помещении	23-25°C
	Относительная влажность	40-60 %
	Скорость движения воздуха	0,1 м/с
Теплый	Температура воздуха в помещении	20-22°C
	Относительная влажность	40-60 %
	Скорость движения воздуха	0,1 м/с

Для предотвращения отклонений показателей микроклимата в лабораторном помещении следует применять системы вентиляции, кондиционирования и отопления воздуха, теплоизолирующие экраны для

защиты от источников теплового излучения, а также должная организация режима работ при соответствующих условиях труда.

Недостаточная освещенность рабочей зоны.

В рабочей зоне в качестве источников света при искусственном освещении приоритетными являются лампы дневного света, которые устанавливаются в верхней части помещения. При этом показатель дискомфорта не должен превышать 15, а коэффициент пульсации 10, согласно СНиП 23-05-95 [39].

В качестве регулирования данного фактора необходима своевременная замена ламп дающих недостаточное освещение, на более мощные; по необходимости увеличить или уменьшить число осветительных приборов; своевременная замена вышедших из строя ламп.

Дополнительно в рабочих помещениях необходимо регулярно проводить чистку стекол оконных рам и светильников.

Монотонный режим работы.

Многие исследования показывают что торможение, развивающееся в ЦНС при утомлении, является результатом перегрузки соответствующих мозговых систем и играет защитную, охранительную роль, предупреждая их чрезмерное истощение. По результатам данных наблюдений необходимо разработать комплекс мероприятий, направленных на бодрствование, обеспечение оптимальной нагрузки и двигательной функции, и совершенствование технологических процессов.

При борьбе с утомляемостью в ходе монотонной работы рекомендуется каждые 2 часа делать перерывы по 10-15 минут. Во время перерывов полезно будет проводить комплекс физических упражнений, гимнастику для глаз или дышать свежим воздухом [19].

Электрический ток.

Рабочая зона к категории помещений без повышенной опасности. Однако возможность поражения электрическим током, все-таки, существует,

так как работа производится на персональном компьютере, который работает от источника тока.

Для предотвращения электротравм при эксплуатации электрического оборудования необходимо соблюдать ряд требований:

1. Не допускать работу на неисправном оборудовании, обязательно заземлять (занулять) электрическое оборудование;
2. Не допускать эксплуатацию электрического оборудования в зонах повышенной влажности;
3. Соблюдать температурный режим в помещении в пределах 20-25 °С при относительной влажности воздуха до 75 % и отсутствии резких перепадов температуры;
4. Регулярно очищать от пыли поверхности оборудования и прочие его части [27].

Особо важным для предотвращения травматизма является соблюдение правил электробезопасности и технических правил эксплуатации при работе с электрооборудованием и контроль за их выполнением [28].

7.3. Экологическая безопасность

7.3.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Данный объект исследования влияния на окружающую среду не оказывает.

7.3.2. Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

При проведении атомно-абсорбционного анализа ртути, природные компоненты (волосы, накипь, почва, материал хвостохранилищ и листья тополя) не приобретают опасных свойств, и не оказывают влияния на гидросферу и литосферу. Но в процессе данного анализа может оказываться влияние на атмосферу, когда пробы обгорают при высокой температуре и создают сильный запах и в воздух выпускается дым.

В ходе работы на персональном компьютере образовывались отходы V класса опасности, а именно бумага и ее обрезки, отходы от канцелярских принадлежностей, отходы от уборки помещений. Данный класс опасности относится практически неопасным отходам.

Отходы V класса опасности характеризуются очень низкой степенью негативного воздействия на окружающую среду. Отличительной чертой материалов, формирующих отходы V класса опасности, является отсутствие опасности или угрозы жизни для человека [34].

На отходы V класса опасности паспорт отходов не выдается.

Федеральный закон 89 – ФЗ "Об отходах производства и потребления" не устанавливает специальных требований по транспортированию отходов V опасности [42].

7.3.3. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

Защита атмосферы.

При проведении атомно-абсорбционного анализа ртути, требуется совсем небольшое количество пробы, поэтому количество газов выделяемых в воздух незначительное.

Поэтому для обеспечения экологической безопасности во время проведения анализа необходимо применять местную систему кондиционирования воздуха и системы механической вентиляции.

7.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

7.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

Данный объект исследования не может инициировать чрезвычайные ситуации.

7.4.2. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований

Самым вероятным источником чрезвычайной ситуации является возникновение пожара.

Причинами возникновения пожара могут быть:

- неисправность электрической проводки;
- сбои в работе компьютерной техники и прочего оборудования;
- несоблюдение правил пожарной безопасности сотрудниками.

Источниками возникновения пожара могут являться искры, возникшие в результате короткого замыкания, искры статического электричества, курение, неисправность оборудования, наличие легковоспламеняющихся материалов.

Короткое замыкание может случиться из-за резкого скачка электроэнергии или неполадок в самой электросети.

7.4.3. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

Избежать возникновения пожара возможно при неукоснительном соблюдении требований противопожарной безопасности и правил эксплуатации оборудования.

Согласно Федеральному закону от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ утвержден «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [41], который гласит, что предотвращение распространения пожара осуществляется за счёт мероприятий, ограничивающих площадь, интенсивность и продолжительность горения, в число которых входят: внедрение конструктивных и планировочных решений, задерживающих распространение пожара по помещению; ограничения пожарной опасности строительных материалов; наличие первичных (автоматических и привозных) средств пожаротушения; оборудование помещений сигнализацией и системами оповещения о пожаре.

Рабочее помещение должно быть оборудовано следующими средствами противопожарной защиты:

- Эвакуационный план на случай пожара;
- Памятка о соблюдении правил пожарной безопасности;
- Сведения об ответственном за пожарную безопасность;
- Вентиляционные системы, способствующие отводу избыточной теплоты от ПК;
- Углекислотные огнетушители;
- Система автоматической противопожарной сигнализации (датчик-сигнализатор ДТП).

При обнаружении пожара или его признаков (задымление, запах горения или тления, повышение температуры и т.п.) работнику необходимо:

1. Немедленно прекратить работу и вызвать пожарную охрану по телефону «01» («101» с мобильного телефона), сообщить точный адрес, место возникновения пожара и свою фамилию;
2. По возможности организовать эвакуацию людей и материальных ценностей;
3. Отключить от сети электрооборудование; начать тушение пожара имеющимися средствами;
4. Сообщить непосредственному начальнику и сотрудникам о пожаре;
5. При общем сигнале опасности покинуть здание.

В целях недопущения возникновения пожара необходимо соблюдать правила пожарной безопасности и следить за электроприборами, а также за нагрузкой на электросеть, чтобы не допустить короткого замыкания.

Выводы

В ходе написания раздела «Социальная ответственность» в магистерской выпускной квалификационной работе были рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, выявлены

и охарактеризованы опасные и вредные факторы, возникающие при выполнении работ в рабочей зоне исследования. Даны рекомендации по минимизации негативного влияния данных факторов на здоровье человека. Была рассмотрена экологическая безопасность проводимых исследований и проанализирован самый вероятный источник ЧС, такой как пожар на рабочем месте.

Информация, представленная в данном разделе, играет важную роль в вопросах техники безопасности в лаборатории при анализе и обработке проб. Стоит отметить, что лаборатория, в которой проводятся исследования, соответствует нормам пожарной безопасности. Вредные факторы проявлены в лаборатории не значительно, но всё же оказывают определённое воздействие на человека. Рекомендации по снижению негативного воздействия от данных факторов в целом соблюдаются.

Заключение

Проведенные исследования показали, что хвостохранилища Алтайского горно-обогатительного комбината оказывают влияние на окружающую среду. Влияние отражается в элементном составе природных компонентов (волосы, накипь, почва, материал хвостохранилищ и листья тополя).

В элементном составе природных компонентов на территории г. Горняк выделяются следующие химические элементы **Zn, Ag, Au**. Вероятным источником поступления данных элементов в окружающую среду являются хвостохранилища Алтайского ГОКа. Данное предположение подтверждается результатами кластерного и факторного анализа.

Графики индикаторных отношений показывают, что наблюдается миграция химических элементов из хвостохранилища и поступление в окружающую среду. Это подтверждается прямой корреляцией между элементами и уменьшением их содержания в ряду от материала хвостохранилищ к организму человека.

Список использованных источников

Список литературы

1. Бабошкина С. В., Горбачев И. В. Влияние хвостохранилищ алтайского горнообогатительного комбината на окружающую среду // Ползуновский вестник. – 2005.– № 4.– С.179-182.
2. Бабошкина С. В., Горбачев И. В. Импактный биогеохимический мониторинг огородных экосистем города Горняка // Вестник Алтайского государственного аграрного университета.– 2013.– № 10.– С.42-47.
3. Березиков Ю.К., Гусев Н.И. Минерально-сырьевая база Алтайского края и перспективы ее развития // Матер. регион. науч.-практич. конф. «300 лет горно-геологической службе России». Барнаул, 2000. – С. 243-248.
4. Болдарева, О. В. Город Горняк как источник экологического риска на территории Локтевского района / О. В. Болдарева // Горы и человек: в поисках путей устойчивого развития : тез. докл. – Барнаул: НИИ горного природопользования, 1996. – С. 59 – 61.
5. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 234 с.
6. Гаськов И. В. Особенности развития колчеданных рудно–магматических систем в островодужных обстановках Рудного Алтая и Южного Урала // Институт геологии и минералогии СО РАН, ЛИТОСФЕРА.– 2015.– № 2.– С.17–39.
7. Генеральный план муниципального образования город Горняк Локтевского района: пояснительная записка. – Барнаул, 2014.
8. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1: 200 000. Сер. Алтайская. Лист М–44–Х (Горняк). Объяснительная записка / О. В. Мурзин, В. И. Горшечников, В. А. Жданов и др. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2001. 219 с.
9. Зырин Н.Г., Малахов С.Г. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при

контроле загрязнения окружающей среды металлами / под ред. Н.Г. Зырина. – М.: Московское отделение гидрометеоздата, 1981. – 110 с.

10. Иванов В.В.. Экологическая геохимия элементов: Справочник. В 6 кн. / Под ред. Э. К. Буренкова. М.: Недра, 1996. Кн. 3: Редкие *p*-элементы. – 352 с.

11. Л.П. Рихванов и др. Биогеохимический мониторинг в районе хвостохранилищ горнодобывающих предприятий с учетом микробиологических факторов трансформации минеральных компонентов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2017. – 437 с.

12. Лысенкова З. Современные ландшафты в региональной системе природопользования. – Смоленск, 2010. – 273 с.

13. Пузанов А. В., Бабошкина С. В., Горбачев И. В. Аэрогенная и водная миграция микроэлементов в условиях техногенных ландшафтов // Ползуновский вестник. – 2006.– № 2.– С.255-259.

14. Пузанов А. В., Бабошкина С. В., Горбачев И. В. Особенности миграции тяжелых металлов в природно-техногенных аномалиях северно-западного Алтая // Геохимия. – 2012.– № 4.– С.393-402.

15. Ревякин В. С., Пушкарёв В. М. География Алтайского края. – Барнаул: Алт. книж. изд-во, 1989.

16. Рождественская Т.А. Тяжелые металлы в почвах и растениях юго-западной части Алтайского края: дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2003. – 116с.

17. Способ определения участков загрязнения ураном окружающей среды: пат. 2298212 Рос. Федерация. Л. П. Рихванов, Е. Г. Язиков, Н. В. Барановская, Е. П. Янкович; 140 заявитель и патентообладатель Томский политехнический университет. – № 2005120840; заявл. 04.07.05; опубл. 27.04.07.

18. Схема территориального планирования муниципального образования Локтевский район: пояснительная записка. – Барнаул, 2009.

19. Фролов А.В. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда / А.В. Фролов, Т.Н. Балаева. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. – 751 с.
20. Эколого-геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения / Рихванов Л.П., Язиков Е.Г., Сухих Ю.И., Барановская Н.В. и др. – Томск: Изд-во Курсив, 2006. – 216 с.
21. Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю. Геоэкологический мониторинг: учеб. пособие для вузов. – Томск: Изд-во: НИ ТПУ, 2003. – 336 с.
22. Ялалатдинова А.Р. Элементный состав растительности как индикатор техногенного воздействия на территории г. Усть-Каменогорска: дис...канд. геол.-мин. наук / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск, 2015. – 172 с.
23. *Deschenes L., Balasoiu C.F., Zagury G.J.* Partition and speciation of chromium, copper and arsenic in contaminated soils // *The Science of the Total Environment*. Elsevier, 2001. – 3. к. 239–255.
24. *Jurjovec J., Ptacek C.J., Blowes D.W.* Acid neutralization mechanisms and metal release in mine tailings: a laboratory column experiment // *Geochim. Cosmo chim. Acta*. 2002. V. 66. № 9. С. 1511–1523.
25. *Kabata'Pendias A., Pendias H.* Trace elements in Soils and Plants. CRC Press Inc, Boca Ration, Florida. 2001. 3rd Ed. p.365.
26. Ryabukhin Y.S. International coordinated program on activation analysis of trace element pollutants in human hair // *Hair, trace elements, and human illness* / A.C. Brown, R.G. Grounse (eds.). – N. Y., 1980. – P. 3–34.
27. *Stoltz E., Greger M.* Accumulation properties of As, Cd, Cu, Pb and Zn by four wetland plant species growing on submerged mine tailings // *Environmental and Exper_imental Botany*. 2002. № 3. P. 271–280.

Нормативно–методические документы

28. ГОСТ 12.0.003-2015. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы.

29. ГОСТ 12.1.019-2017. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – М.: Стандартинформ, 2018.

30. ГОСТ 12.1.030-81. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. – М.: Издательство стандартов, 2001.

31. ГОСТ Р 55710-2013. Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений. М.: Стандартинформ, 2016.

32. Конституция Российской Федерации (1993). Конституция Российской Федерации: принята всенар. голосованием 12.12.1993 г. / Российская Федерация. Конституция (1993). – М.: АСТ: Астрель, 2007. – 63 с.

33. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве. М.: ИМГРЭ, 1990. 15 с.

34. Налоговый кодекс Российской Федерации: По состоянию на 1 января 2001 года, с учетом изменений и дополнений. Ч. 1-2. – М.: Юрайт, 2001. – 276 с.

35. Ориентировочно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в почвах. Гигиенические нормативы 2.1.7.020-94. Издание официальное М., Госкомсанэпиднадзор России. 1995. – 6 с.

36. Приказ Министерства природных ресурсов РФ N 536 от 4.12.2014 г. «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I-V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду», 2014.

37. ПУЭ. Правила устройства электроустановок. Седьмое издание, дополненное с исправлениями. Новосибирск – 2006.

38. СанПиН 2.2.2.542-96. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 1996. – 24 с.

39. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы. – М.: Издательство стандартов, 2003. – 14 с.

40. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М: Госкомсанэпиднадзор, 1996. – 24 с.

41. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение, 1995.

42. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020).

43. Федеральный закон от 22.07.2008 г. N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», 2008.

44. Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 07.04.2020) "Об отходах производства и потребления".

45. Федеральный закон от 28.12.2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда», 2013.

Фондовые материалы

46. Локтевский район // Деловой мир Алтая : информ.-аналит. ежегодник. – Барнаул. – 2009. – № 1 (12). – С. 48 – 49.

47. Отчет о результатах поисково–оценочных работ на золото и серебро в пределах техногенных образований золотушинской обогатительной фабрики и локтевского сереброплавильного завода за 1999–2001 гг. Книга 1. Змеиногорск, 2001 г.

Интернет-ресурсы

48. Атомно-абсорбционная спектрометрия - [Электронный ресурс] - URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Атомно-абсорбционная_спектрометрия (дата обращения: 31.04.2020).

49. Алтайский край - [Электронный ресурс] - URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Алтайский_край (дата обращения: 31.04.2020).

50. Алтайский край - [Электронный ресурс] - URL: <http://www.amic.ru/news/396805/> (дата обращения: 11.05.2019).

51. Геологическое строение и рельеф - [Электронный ресурс] - URL: <http://www.vtourisme.com/altaj/geografiya-i-klimat/271-geologicheskoe-stroenie-i-relef> (дата обращения: 11.05.2019).

52. Горняк - [Электронный ресурс] - URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Горняк_\(Алтайский_край\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Горняк_(Алтайский_край)) (дата обращения: 11.05.2019).

53. Горняк, исторический очерк - [Электронный ресурс] - URL: <http://www.gmz22.ru/about> (дата обращения: 11.05.2019).

54. Локтевский район - [Электронный ресурс] - URL: <http://akunb.altlib.ru/o-tsentre-ekologiya/ekologicheskaya-karta-altaya/loktevskiy-rayon/> (дата обращения: 11.05.2019).

Приложение А

Ecological-geochemical assessment of the environment in the city of Gornyak.

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ81	Сусло Виктор Вячеславович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Соктоев Булат Ринчинович	к.г.-м.н		

Консультант – лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Миронова Вероника Евгеньевна			

1 Physical and geographical characteristics of the research area

Gornyak, a city of the Altai Territory, is the administrative center of Loktevsky district. It is located in the south-west of the Altai Territory near the north-western Altai Mountains, south to the Kolyvan Ridge, 360 km from Barnaul on the Zolotukha River, near the border with Kazakhstan (Figure 1).

The city was founded in 1942, but received the status of the city only in 1969. The name of the town is due to the specific field of the settlement. The population is 12,654 (according to data for 2018).



Figure 1 - Location of Gornyak city

The southern part of the territory is occupied by the folded mountain structures of the Salair Ridge. The Earth's crust, which has a three-layer structure, reaches a thickness of 40-42 to 50-55 km, increasing under mountain areas (so-called roots of mountains).

The lowland territories of the region cover the Kulundinskaya valley, which is characterized by a significant thickness of sedimentary strata (up to 100-1200 m). According to geological surveys, the eastern and southeastern parts of the region are represented by the Altai-Salair folding system, connected in the south-west with the structures of the Western (Rudny) Altai.

The relief of the studied territory is a shallow plain.

The climate is sharply continental. The average temperature of January is 17.2 °C, in July - 20.2 °C. The annual precipitation is 365 mm. Northern winds are frequent in summer months (Figure 2). In 20 - 45% of cases the wind speed of the south-west and west directions exceeds 6 m/s. In winter months, during periods with active cyclonic activity, snowstorms are everywhere in the region, the frequency is 30-50 days a year.

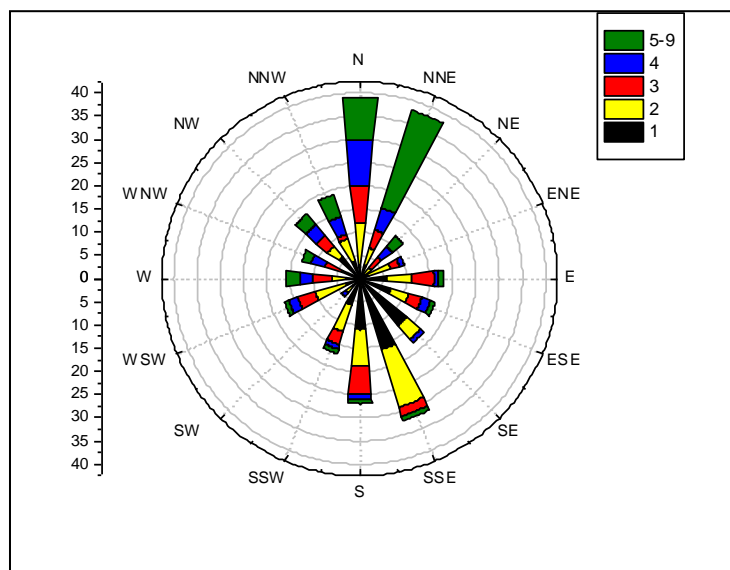


Figure 2 - Summer Wind Rose in Gornyak

On the territory of the district there are the following rivers: the Zolotukha, the Aley, the Kamenka, the Schelchikha, lakes Novenkoye, Gilevsky reservoir.

The river regime is highly changeable. It is caused by seasonal atmospheric precipitation, the largest part of which is observed in spring and autumn. Rivers are snow-fed, which is mainly due to surface runoff in mountain areas, as well as by groundwater discharge.

Aquifers on the territory of the city are connected with quaternary and indigenous formations. A horizon of non-pressure groundwater, for which neogenic clays serve as a water support, relate to deluvial-alluvial deposits. The horizon is characterized by significant seasonal variations in water levels. The water level in different parts of the city varies from 0.5 to 2.5 meters. In individual topographic lows, the level approaches the earth's surface. Water capacity of water-bearing rocks is low, filtration coefficients are 0.1 - 1.0 m/day.

Water of chloride-sulfate-calcium-magnesium composition with mineralization is from 1.4 to 15.6 g/l.

Groundwater associated with the fractured zone of Paleozoic formations is uncovered at a depth of 25-100 m. Waters are ascending. Static levels are set at a depth of 5-21 m. Water abundance of the horizon is weak. The water is brackish, in some areas its mineralization reaches 11.3 g/l.

The city is located on lands with initially high groundwater levels, which causes partial waterlogging of the territory. Human activity has intensified this situation. During the exploitation of the deposit, the clay horizon separating the fractured and ground waters was disrupted (exploratory wells were drilled, rocks over the developed space collapsed).

The territory of the urban settlement is flat-undulating sandy-loessial ancient alluvial and lake-alluvial plains and terraces with forb-fescue-feather grass steppes on southern and sometimes solonchic chernozems.

Soils are generally chernozems and chernozems with solonchic complexes.

Birch, poplar, maple, aspen grow on the territory of the district. Particularly valuable plants include: rhodiola rosea, carthamoid rhapsodic (*Leuzea carthamoides*), red root (*Hedysarum neglectum*), Urals peony (*Paeonia anomala*), Ural licorice, marjoram, elecampane and others.

2 Technological characteristics of Altai Mining and Processing Combine

For a long time extraction and processing of polymetallic ores have been the basis of the city's economy. Altai Mining and Processing Combine was dealing with ore mining and processing, producing zinc, copper, lead, tin, aluminum and was the largest enterprise in this industry. On the territory of the district there are large deposits of polymetals, as well as limestone and granite.

In the period from 1965 to 1973, a large mining and processing enterprise appeared as a result of the reconstruction of the mine and the factory.

In 1981, the Altai Mining and Processing Combine was formed on the basis of the Zolotushinsky Mine Management.

In the period from 1986 to 1990, the Altai Mining and Processing Combine includes a number of deposits: Zolotushinsky, Novo-Zolotushinsky, Zarechensky, Sredny, Talovskoye, Stepnoye, Rubtsovskoye, Korbalikhinskoye, Yubileinoye and a number of other deposits of non-ferrous ores, metals in the Loktevsky, Rubtsovsky, Tretyakovsky and Zmeinogorsk regions of the Altai Territory.

Slag mining of the former Loktevsky and Zmeinogorsk factories was carried out. The final products were concentrates of non-ferrous metals ores: plumbic, zinc, copper, also containing gold, silver, cadmium and other metals.

In the mid-90s, at a difficult time for Russia, the Altai Mining and Processing Combine was recognized as unprofitable. Instead of mothballing the combine, with its significant results and rich deposits, the plant was bankrupt and closed, lifting hoists were cut off, the horizons were flooded with water, and the factory and the construction of the mining and processing combine were dismantled.

After the closure of the Altai mining and processing combine on the territory of the city there were 2 unrecultivated tailings storage facilities: the Old and the New. Their total area is 1 km² and their total volume is 11 million m³.

In 2014, in the former storage areas of the Altai Mining and Processing Combine, a new production for the assembly of boiler equipment was launched in Gornyak.

For a short time LLC «Gornyatsky Mechanical Plant» launches a workshop for the mechanical processing of service parts for variators, fuel spreaders, PTL series fuel feeders, PSKM, PTB-1200 winches, coal feeding and slag removal lines, and a workshop for assembly of boiler accessories.

3 Review of previous studies

A considerable amount of aerosol particles, which are products of rock destruction, is carried away by wind from the surface of tailings storages of the Altai Mining and Processing Combine. These rocks refer to wastes from the polymetallic ores processing and contain toxic elements (lead, cadmium, zinc and a number of others).

A.V. Puzanov, S.V. Baboshkina, I.V. Gorbachev conducted research on snow cover pollution in the area of the Altai Mining and Processing Plant. Since the snow cover has a high sorption capacity, it actually accumulates all the air-polluting components, showing the existing air pollution. The studies demonstrated that in the solid phase of snow from the surface of the tailings of the Altai Mining and Processing Combine and adjacent areas, excess of approximate permissible soil concentrations is observed for such elements as Zn, Pb, As, Ba, Cu, Cd. The content of Zn, Pb, As, Ba exceeds on average 10 times, Cu 7 times and Cd 3 times.

The central part of the new tailings storage facility and areas located in the east and north-east of it are characterized by the largest daily dust load and heavy metal content in the solid phase of snow cover. In the snow near the old dump, a lower content of Cu, Zn, Pb, Cd is observed. The fact is that the material the old tailings store consists of is less saturated with heavy metals. The authors note that the ratios of elements in the dumps themselves are less proportionate than in the filtered solid phase of snow.

According to the data obtained from the study, the total environmental load of a chemical element as a result of aerogenic pollution was calculated by the authors as the mass of the pollutant falling per unit area per unit time: $P_{\text{total}} = CP_n$ (mg / km² day), where C is the concentration of the element in the snow, P_n is the total mass of the pollutant flow - dust load.

On the basis of the value obtained, the annual entry of toxic substances into the soil at atmospheric transfer per unit area was determined (table 1).

As the distance increases, there is a decrease in the number of elements falling per unit area as a result of aerogenic dust transfer, however the concentration of metals in the dust may remain quite high.

Table 1 - Annual aerogenic territorial load of chemical elements on the environment of the surroundings near dumps of the Altai mining and processing Combine, kg/km² per year

Sampling point	Chemical elements					Total dust load, tons
	As	Cd	Pb	Cu	Zn	
Central part of the dump (epicentre)	457	51	7684	5847	15948	2416
250 m east from the dump	461	22	6433	2700	5682	2029
2 km north-east from the dumps	65	6	1267	850	2082	453
Southwest angle of a dump	74	5,1	887	810	1478	591
200 m to the west	12	0,5	76	73	161	80
10 km to the north-west	1,2	0,5	15	19	85	58
Background (20 km from the dumps to the east)	0,8	0,1	7,5	4,4	10,9	58

Fine particles are transported over long distances, which have a higher concentration of heavy metals, but have a significantly smaller contribution to the pollution of the territory. Therefore, the obtained data on the concentration of heavy metals in the solid fraction of the snow cover provide only a qualitative assessment of dust in the investigated area.

A significant factor of the components contamination of the natural environment with heavy metals, barium and arsenic in the conditions of the steppe landscapes of North-West Altai is the deflationary processes of the tailings of the Altai mining and processing combine.

A.V. Puzanov, S.V. Baboshkina, I.V. Gorbachev conducted research on the upper horizons of technozoles. The use of the data obtained during the research allowed us to calculate the average contents of As, Ba, Cd, Cu, Pb, Zn in the dump samples and danger coefficients. Danger coefficients reflect an increase in the

content of these elements in the upper layer of technosol tailings dams in comparison with maximum permissible concentration (table 2).

Table 2 - Average concentration of elements in tailings technosoles, mg/kg

	Old tailing dump	New	Maximum permissible concentration	Danger	Clark
As	207±30,6	135±23,5	20	8,5 (6-22)	5
Ba	91596±21344	230025±54560	100	1608 (31-6280)	500
Cd	7,1±2,1	9,5±1,8	0,5	16,5 (2-42)	0,5
Cu	2773±536,7	7794±2308	100	52 (5,5-270)	20
Pb	1669±178	4476±1066	37	83 (4-290)	100
Zn	4269±1041	6703±1634	300	18 (2-48)	50

On average, arsenic content in sediment samples exceeds permissible concentrations in soils by 8.5 (up to 22) times, cadmium - by 16.5 (up to 42) times, zinc - by 18 (48) times, copper - by 52 (up to 270) times, lead - by 83 (up to 290) times. The barium content exceeds the maximum permissible concentration for soils by 1600 times.

The results of the study show that the material that makes up the new (large) tailing dump is more saturated with heavy metals. The content of lead and copper in it exceeds the content in the old tailings storage by 2.8 times, barium - by 2.5 times, cadmium and zinc by 1.5 times.

The gradual erosion of the tailings body causes spatial migration of heavy metals, barium and arsenic.

In soils at a distance of less than 300 meters from the tailing dump, particles of yellow technogenic origin can be identified.

Along with the erosion processes of the tailings storage destruction, there is a constant aeolian transfer of the finely dispersed fraction of technosol from their surface.

The same authors conducted research on the garden soils of the city. Studies have shown that the content of basic (Cu, Zn, Pb) and associated metals (Cd) of all

samples of the city's garden soils is higher than the regional background and clark in soils. However, excess of approximate permissible soil concentrations is observed only in some samples.

An increase in the concentration of heavy metals (especially Cd and Zn) in the garden soils of the city is observed when these sites approach the source of pollution. In the street nearest to the tailings, the level of excess corresponds to the average degree of pollution.

Together with the closure of the Altai Mining and Processing Combine, the pumping of water from the mine stopped, which led to flooding of mine workings. This causes the fact that the soil was flooded on more than 12 meters. The formation of several lakes due to wedging out of mine water takes place. These lakes are highly distinguished by the elemental composition, although they are only 250 meters from each other (table 3).

Table 3 - The elemental composition of water, mcg/l

Elements	Place of selection					maximum permissible concentration
	Mine shaft	The surface of the old tailings	Lake 1	Lake 2	Vazhenka River Northwest Altai (background)	
Hg	<0,02	0,14	<0,02	<0,05	<0,02	0,5
Cd	0,13	940	1570	0,17	<0,05	1
Pb	<1	79	14	9,6	<1	30
Ni	<1	620	900	<1	<1	100
Co	5,9	1000	1330	3	<1	100
Cu	2,8	52300	81200	4,9	5,3	1000
Cr	1,7	7	11	1	<1	500
Zn	46	254000	438000	77	6,1	1000
Mn	2690	28100	43700	54	30	100
Fe	22000	304200	42700	93	188	300
As	<1	<1	<1	<1	<1	50
Ba	70	94	83	124	-	100
pH	7,1	2,55	3	6,8	8	

In the water of Lake No. 1 there is an excess of sanitary and hygienic standards in the concentration of Cd, Ni, Co, Cu, Zn, Mn and Fe. This lake can be compared by water composition with the lake on the surface of the tailings storage.

In the water of Lake No. 2, there is no excess of sanitary standards on the content of trace elements, there is only a slight excess of the maximum permissible concentration of Ba.

In water, there is a significant excess of the maximum permissible concentration in terms of the content of Mn and Fe.

S.V.Baboshkina, I.V. Gorbachev conducted research on the lake water on the surface of the tailing dump. The authors noted that water is characterized by an aggressive environment (pH = 2-3), and the chemical composition is unsuitable for life.

Also in this lake there is an excess of the maximum permissible concentration for such elements as Pb, Ni, Co, Cu, Zn, Cd, Fe.

Abnormally high content of heavy metals in the medium definitely affects accumulation of high concentrations in biota.

It is noted that plants growing on contaminated soils near the dumps of the Altai Mining and Processing Combine have a significant difference in the content of elements, unlike individual samples of technosol.

Increasing intensity of element absorption and metal concentration in plant tissues relative to background values, in some plants (lucerne, gypsophila), are plant species features.

In plants of technogenic landscapes of North-West Altai there is a significant excess of the contents of the basic ore and associated elements over plants growing in non-contaminated ecosystems. The content of Cd, Zn and Pb varies particularly.

In plants there is a decrease in the absorption indices of basic ore metals (Cu, Pb, Zn and Hg), with technogenic contamination of the substrate. However, there is a marked increase in Fe consumption, which is deficient in arid regions.

The population of Loktevsky district is characterized by high incidence of cardiovascular diseases, respiratory and circulatory diseases. A high incidence of

the population with various oncological forms is noted. There are various hypotheses explaining the increase in the number of oncological diseases in the Loktevsky district. According to one of them, the registration of newly detected forms of cancer is determined by the incidence of persons in the second and the third generations of residents who have been exposed to radiation as a result of nuclear weapons tests at the Semipalatinsk test site.

For each age group there are significant differences in the morbidity of the population, and dependence on the polluting environment is also noted.

The overall incidence of the area is mainly represented by age groups of children (0-14 years old) and adolescents (15-17 years old). These groups are characterized by respiratory, circulatory, secretion and latent chronic pathology.

Substances with the greatest harm to the health of the area have been identified. These include dust, fluorine, ammonia, benzopyrene, carbon monoxide, chlorine, heavy metals, xylene, benzene, nitrogen oxides, hydrogen sulfide and other compounds.

4 Materials and methods of research

4.1 Sampling

Samples of hair, scale, soil, tailings material and poplar leaves were studied for research. The number of samples studied is given in table 4.

Table 4 - Amount of samples of natural components studied

Natural component	Hair	Scale	Soil	Tailings material	Poplar leaves
Amount of samples	12	21	8	5	16

Hair samples were collected according to the standard procedure recommended by IAEA. Children between the ages of 2 to 15 years participated in material selection. The sample included children with no medical deviations and permanently residing in the same place since birth. Hair was taken from at least five points of the head (occipital, crotaphic, sincipital, frontal areas). The strands of hair were cut off with stainless steel scissors a few millimeters from the root. When taking samples, the age, gender, full name, address of residence and place of birth were recorded. The sample weight was 200-500 mg. Samples were placed in polyethylene bags. The total number of hair samples was 12 pieces. In the city of Gornyak, 10 samples were taken. The village of Second Kamenka (Loktevsky District, Altai Territory) was selected as a background, in which 2 samples were taken.

The sampling, preparation and analysis of salt deposits of drinking water (scale) were carried out according to the procedure described in the patent. Scale samples were taken from various dishes, in which water used for drinking water supply (enameled and electric teapots, pots, boilers, samovars) was boiled many times. In case the scale was firmly fixed on the walls of the dishes, the selection was carried out using a scalpel made of stainless steel: the scale was carefully removed from the walls of the household heat exchange dishes. In each case, the

type of dishes in which the water was boiled and, if possible, the depth of the aquifer and the time of scale formation (i.e., when the last time the utensils were cleaned from scale) were recorded. In all samples received, tap or well water was used, which goes to drinking water supply. The total number of samples taken was 21. In the city of Gornyak 19 samples were taken, 1 sample was taken in the territory of Second Kamenka and 1 sample in the territory of the village of Nikolaevka.

Soil sampling took into account wind direction, landscape-morphological features of the territory, power of emission sources, urban development features, data from previous studies, as well as soil sampling requirements. Soil samples were collected in the surface layer (at a depth of 0 to 10 cm, which was pre-cleaned from the vegetable layer). Sampling was carried out using a shovel by the point method. Samples of tailings material were taken from the test pit to a depth of approximately 30 cm. Collected samples of soils and material of tailings storages with indication of sample numbers, sampling places, dates of sampling, soil descriptions were recorded in the journal. Samples were packed in polyethylene bags and marked.

A medium sample method was used to take leaves. Samples were taken around the circumference from the outer lower part of the crown; the height from the ground was 1.5–2 m from approximately the same age trees. The leaves selected were young but already ripe, i.e. were in the phase of highest physiological activity. Samples were packed in "SteriT" and dried at room temperature. The weight of the samples of the living material averaged 100 g, after drying - 50 g. The leaves were not washed with water to preserve information about the dust aerosol component of the sample.

4.2 Laboratory and analytical researches

Analytical studies were carried out at MINOC "Uranium Geology." Such methods as instrumental neutron activation analysis (INNA) and atomic absorption analysis of mercury were used.

Instrumental neutron activation analysis. The method of INAA is as follows: with the help of a powerful flux of neutrons, stable isotopes of elements are bombarded, which are capable of converting to radioactive and characterized by specific radiation (energy and character). With the release of energy, which is a constant, the decay of a radioactive isotope occurs. Thus, during the radiation emitted by γ rays with certain energy after irradiation with neutrons the presence of some element in it can be proved. The analysis of components of γ -radiation, which differ in energy, is carried out using multichannel gamma analyzers.

With the help of INAA it is possible to study the material for the content of uranium, thorium, rare earth and other elements with sensitivity by an order of magnitude below their clarks in any rock without its destruction, dissolution and chemical separation.

INAA is carried out without chemical preparation of the sample, which excludes measurement errors due to introduction or removal of elements together with reagents or in case of incomplete decomposition of the sample.

The content of the following 28 elements can be determined by INAA: Ca, Na, Fe, As, Zn, Nd, Cr, Co, Sb, Br, Ba, Rb, Cs, Sr, Hf, Ta, Sc, Tb, Sm, Eu, La, Ce, Yb, Lu, U, Th, Au, Ag.

The lower limits for the detection of elements in natural environments are presented in the table 5.

Table 5 - Lower limits for the detection of element content in natural environments

Element	Limit, mg/kg	Element	Limit, mg/kg
Na	20	Ba	3
Ca	300	Sb	0,007
Sc	0,002	La	0,007
Cr	0,1	Ce	0,01
Fe	10	Sm	0,01
Co	0,1	Eu	0,01
Ni	20	Tb	0,001

Zn	2	Yb	0,05
As	1	Lu	0,01
Br	0,3	Hf	0,01
Rb	0,6	Ta	0,05
Sr	1	Au	0,002
Ag	0,02	Th	0,01
Cs	0,3	U	0,01

INAA was held at the research nuclear reactor IRT-T of the Tomsk Polytechnic University on certified methods (NSAM VIMS No. 410 YAF). Analytical studies were carried out by analysts A.F. Sudyko and L.V. Bogutskaya.

INAA results are presented in the form of a table in which the numbers and codes of the samples are indicated, as well as the content of chemical elements in g / t (mg / kg), except for Na, Ca, Fe, their content is indicated in %.

Atomic absorption analysis. Atomic absorption (AA) spectrometry, based on the measurement of the absorption of resonance radiation by free atoms in the gas phase, has been established in a relatively short time as one of the most effective modern analytical methods, characterized by high selectivity, sensitivity, expressiveness.

The advantages of the AA method include its versatility with respect to a wide variety of objects of analysis, as well as the possibility of using it both for determining traces and accurate determination of the main components in samples of complex composition.

The concentration of mercury in the natural components was measured by means of a «RA-915 +» mercury analyzer with the «PIRO-915 +» pyrolytic prefix (Figure 3).

The principle of the prefix PIRO-915 + attachment operation is based on the restoration to the atomic state of bound mercury contained in the sample by the

pyrolysis method and the subsequent transfer of the resulting atomic mercury from the atomizer to the analytical cell with a carrier gas (air).



Figure 3 - The RA-915M mercury analyzer complete with the prefix PIRO-915 +

Conclusion

During the work, ecological-geochemical assessment of the natural environment in the territory of Gornyak was carried out. The research was conducted by means of modern and accurate methods. The research described allowed us to determine the elemental composition of the natural environment components on the territory of Gornyak city. The data obtained are relevant for environmental services and research institutes.

Приложение Б

Таблица 37 – Средние содержания химических элементов в компонентах природной среды на территории г. Горняк (Алтайский край)

Элемент	Хвостохранилище		Почвы (хвост.)		Почвы (городские)	Накипь	Листья тополя	Волосы
	Старое	Новое	Старое хвост.	Новое хвост.				
Na	11590 ± 2341 8670...16220	13145 ± 675 12470...13820	8965 ± 5325 3640...14290	13335 ± 1005 12330...14340	11292 ± 1091 8458...13585	$173,6 \pm 77,8$ 8,2...1710	1154 ± 265 310...3930	$417 \pm 98,6$ 16,07... 1202
Ca	14933 ± 1797 12000...18200	17550 ± 12550 5000...30100	11700 ± 3800 7900...15500	12450 ± 650 11800...13100	14833 ± 1006 12940...17677	298291 ± 8509 185382...345833	90699 ± 3587 65300...108035	1328 ± 301 200...3306
Sc	$9,04 \pm 1,9$ 6,37...12,7	$10,1 \pm 0,39$ 9,74...10,5	$10,4 \pm 1,98$ 8,42...12,4	$11,2 \pm 1,8$ 9,42...13	$10,4 \pm 1,07$ 8,08...13,3	$0,025 \pm 0,007$ 0,0004...0,14	$0,42 \pm 0,04$ 0,17...0,77	$0,004 \pm 0,0006$ 0,001...0,008
Cr	$51,7 \pm 18,4$ 31,6...88,5	$54,2 \pm 19,3$ 34,9...73,4	$67,4 \pm 16,2$ 51,2...83,6	$70,8 \pm 14,9$ 55,8...85,8	$232 \pm 54,4$ 102...359	$8,99 \pm 1,62$ 6,22...40,6	$8,57 \pm 0,59$ 3,65...11,5	$0,17 \pm 0,04$ 0,02...0,49
Fe	69966 ± 18202 34100...93300	51950 ± 24050 27900...76000	58100 ± 25200 32900...83300	41950 ± 6650 35300...48600	29733 ± 2540 23364...35707	$436 \pm 36,6$ 210...818	1273 ± 123 471...2186	$26,9 \pm 11,5$ 2,42...150
Co	$7,97 \pm 4,18$ 3,49...16,3	$7,62 \pm 4,46$ 3,16...12,1	$14,7 \pm 0,44$ 14,3...15,2	$11,3 \pm 5,50$ 5,76...16,8	$13,7 \pm 1,38$ 10,5...17,1	$10,5 \pm 5,02$ 0,07...75,8	$15,7 \pm 2,24$ 4,69...37,8	$0,33 \pm 0,1$ 0,07...1,38
Zn	399 ± 144 143...642	739 ± 688 50,6...1427	932 ± 585 346...1517	526 ± 461 65,3...987	$187 \pm 54,4$ 119...350	$412 \pm 85,9$ 42,8...1519	2837 ± 681 149...9022	306 ± 116 48,2...1211
As	$101 \pm 47,1$ 12...172	$96,3 \pm 87,3$ 8,99...184	$51,1 \pm 43,1$ 7,96...94,2	$50,4 \pm 40,9$ 9,47...91,3	$7,42 \pm 0,52$ 6,16...8,66	$0,85 \pm 0,1$ 0,2...1,90	$3,43 \pm 0,58$ 1,26...8,87	$0,04 \pm 0,008$ 0,003...0,09
Br	$8,07 \pm 5,77$ 0,5...19,4	$8,04 \pm 7,54$ 0,5...15,6	$28,6 \pm 9,45$ 19,1...38	$6,17 \pm 5,67$ 0,5...11,8	$13 \pm 1,23$ 11,1...16,4	$2,63 \pm 0,45$ 0,75...8,29	$125 \pm 20,5$ 48,7...323	$4,19 \pm 1,5$ 0,73...19,4
Rb	$54,9 \pm 16$ 37,3...86,9	$56,8 \pm 4,95$ 51,8...61,7	$65,3 \pm 29,9$ 35,4...95,1	$77,8 \pm 19,1$ 58,7...96,8	$80,8 \pm 6,77$ 61,7...93,7	$0,94 \pm 0,25$ 0,11...3,80	$27,6 \pm 3,34$ 11,8...52,2	$0,28 \pm 0,09$ 0,02...0,99
Sr	$137 \pm 25,1$ 94...181	433 ± 150 283...584	$72,5 \pm 42,5$ 30...115	276 ± 134 142...411	$108 \pm 40,5$ 36,7...222	1676 ± 106 876...3538	1576 ± 196 30...3572	$2,5 \pm 0$ 2,5...2,5
Ag	$6,53 \pm 4,04$	$8,75 \pm 8,25$	$3,7 \pm 3,2$	$2,95 \pm 2,45$	$0,15 \pm 0$	$0,38 \pm 0,18$	$0,57 \pm 0,22$	$0,07 \pm 0,02$

	0,5...14,2	0,5...17	0,5...6,9	0,5...5,4	0,15...0,15	0,03...3,83	0,15...3,29	0,025...0,2
Sb	$\frac{21,8 \pm 11,6}{0,63...40,8}$	$\frac{37,8 \pm 36,6}{1,18...74,4}$	$\frac{8,55 \pm 7}{1,55...15,5}$	$\frac{13 \pm 11,9}{1,07...25}$	$\frac{1,31 \pm 0,36}{0,72...2,35}$	$\frac{0,36 \pm 0,09}{0,09...2,07}$	$\frac{0,48 \pm 0,04}{0,28...0,82}$	$\frac{0,07 \pm 0,04}{0,0006...0,47}$
Cs	$\frac{2,77 \pm 1,02}{1,54...4,8}$	$\frac{2,48 \pm 0,71}{1,77...3,19}$	$\frac{3,53 \pm 1,27}{2,26...4,79}$	$\frac{3,91 \pm 1}{2,91...4,91}$	$\frac{4,12 \pm 0,27}{3,4...4,64}$	$\frac{0,012 \pm 0,003}{0,0002...0,05}$	$\frac{0,12 \pm 0,03}{0,009...0,45}$	$\frac{0,005 \pm 0,002}{0,0002...0,02}$
Ba	$\frac{7644 \pm 3996}{360...14134}$	$\frac{17222 \pm 16740}{482...33963}$	$\frac{2750 \pm 2103}{647...4854}$	$\frac{8162 \pm 7658}{504...15820}$	$\frac{300 \pm 36,3}{226...395}$	$\frac{79,8 \pm 20,4}{11,4...436}$	$\frac{127 \pm 14,4}{24,9...221}$	$\frac{1,64 \pm 0,41}{0,4...5,58}$
La	$\frac{17,4 \pm 6,29}{10,7...29,9}$	$\frac{24,6 \pm 7,08}{17,5...31,7}$	$\frac{21,4 \pm 7,98}{13,4...29,3}$	$\frac{26,7 \pm 5,56}{21,1...32,2}$	$\frac{26,6 \pm 2,47}{20,6...32,6}$	$\frac{0,70 \pm 0,05}{0,08...1,13}$	$\frac{1,54 \pm 0,22}{0,52...3,17}$	$\frac{0,03 \pm 0,005}{0,008...0,07}$
Ce	$\frac{34,8 \pm 12,8}{21...60,4}$	$\frac{46,1 \pm 16,2}{29,9...62,3}$	$\frac{43,2 \pm 15,9}{27,3...59,2}$	$\frac{53,4 \pm 11,8}{41,7...65,2}$	$\frac{53,9 \pm 6,49}{41,9...69,7}$	$\frac{0,48 \pm 0,1}{0,02...1,36}$	$\frac{2,55 \pm 0,44}{0,25...6,75}$	$\frac{0,15 \pm 0,03}{0,003...0,35}$
Nd	$\frac{32 \pm 5,63}{21,6...40,9}$	$\frac{39,8 \pm 17,3}{22,5...57,1}$	$\frac{17,6 \pm 4,06}{13,6...21,7}$	$\frac{36,3 \pm 17,9}{18,5...54,2}$	$\frac{16,6 \pm 2}{12,6...21,1}$	$\frac{2,08 \pm 0,24}{0,28...4,31}$	$\frac{1,92 \pm 0,74}{0,45...11,1}$	$\frac{0,05 \pm 0,001}{0,045...0,06}$
Sm	$\frac{3,61 \pm 1,52}{2,07...6,64}$	$\frac{3,89 \pm 1,23}{2,66...5,12}$	$\frac{4,04 \pm 1,46}{2,58...5,5}$	$\frac{4,52 \pm 0,94}{3,58...5,46}$	$\frac{4,98 \pm 0,43}{3,91...6,01}$	$\frac{0,019 \pm 0,004}{0,005...0,064}$	$\frac{0,54 \pm 0,06}{0,26...1,07}$	$\frac{0,002 \pm 0,0005}{0,0003...0,007}$
Eu	$\frac{0,62 \pm 0,28}{0,32...1,18}$	$\frac{0,97 \pm 0,3}{0,67...1,27}$	$\frac{1,01 \pm 0,4}{0,61...1,41}$	$\frac{1,14 \pm 0,16}{0,98...1,3}$	$\frac{1,14 \pm 0,1}{0,92...1,41}$	$\frac{0,006 \pm 0,001}{0,0025...0,023}$	$\frac{0,05 \pm 0,02}{0,001...0,28}$	$\frac{0,003 \pm 0,0005}{0,0001...0,005}$
Tb	$\frac{0,46 \pm 0,18}{0,18...0,79}$	$\frac{0,52 \pm 0,08}{0,43...0,6}$	$\frac{0,55 \pm 0,2}{0,35...0,76}$	$\frac{3,49 \pm 2,84}{0,65...6,33}$	$\frac{0,76 \pm 0,09}{0,59...1,02}$	$\frac{0,019 \pm 0,008}{0,002...0,17}$	$\frac{0,08 \pm 0,03}{0,005...0,36}$	$\frac{0,003 \pm 0,0008}{0,0005...0,01}$
Yb	$\frac{2,11 \pm 0,53}{1,46...3,15}$	$\frac{2,38 \pm 0,78}{1,6...3,16}$	$\frac{2,46 \pm 0,58}{1,88...3,03}$	$\frac{2,5 \pm 0,42}{2,07...2,92}$	$\frac{3,04 \pm 0,3}{2,48...3,86}$	$\frac{0,007 \pm 0,0013}{0,0006...0,023}$	$\frac{0,11 \pm 0,03}{0,008...0,4}$	$\frac{0,004 \pm 0,0006}{0,0009...0,008}$
Lu	$\frac{0,31 \pm 0,07}{0,22...0,44}$	$\frac{0,37 \pm 0,07}{0,29...0,44}$	$\frac{0,32 \pm 0,08}{0,24...0,4}$	$\frac{0,37 \pm 0,06}{0,32...0,43}$	$\frac{0,44 \pm 0,05}{0,36...0,57}$	$\frac{0,008 \pm 0,0025}{0,0025...0,05}$	$\frac{0,02 \pm 0,005}{0,003...0,06}$	$\frac{0,002 \pm 0,0004}{0,0009...0,008}$
Hf	$\frac{3,9 \pm 1,26}{2,57...6,41}$	$\frac{5,11 \pm 4,21}{0,9...9,32}$	$\frac{5,11 \pm 2,45}{2,66...7,56}$	$\frac{5,82 \pm 0,72}{5,1...6,54}$	$\frac{6,53 \pm 0,76}{5,24...8,74}$	$\frac{0,04 \pm 0,023}{0,002...0,46}$	$\frac{0,08 \pm 0,02}{0,03...0,3}$	$\frac{0,02 \pm 0,015}{0,0025...0,19}$
Ta	$\frac{0,72 \pm 0,17}{0,51...1,05}$	$\frac{0,66 \pm 0,07}{0,59...0,74}$	$\frac{0,58 \pm 0,45}{0,13...1,03}$	$\frac{0,71 \pm 0,09}{0,61...0,8}$	$\frac{1,05 \pm 0,08}{0,9...1,28}$	$\frac{0,049 \pm 0,023}{0,0005...0,47}$	$\frac{0,05 \pm 0,01}{0,005...0,14}$	$\frac{0,003 \pm 0,0004}{0,0007...0,005}$
Au	$\frac{0,058 \pm 0,055}{0,002...0,17}$	$\frac{0,11 \pm 0,108}{0,002...0,22}$	$\frac{0,068 \pm 0,059}{0,009...0,126}$	$\frac{0,05 \pm 0,04}{0,006...0,094}$	$\frac{0,009 \pm 0,003}{0,004...0,019}$	$\frac{0,06 \pm 0,014}{0,02...0,32}$	$\frac{0,006 \pm 0,001}{0,001...0,02}$	$\frac{0,03 \pm 0,007}{0,001...0,07}$
Hg	$\frac{0,46 \pm 0,06}{0,39...0,58}$	$\frac{0,76 \pm 0,75}{0,01...1,52}$	$\frac{0,14 \pm 0,13}{0,015...0,27}$	$\frac{0,3 \pm 0,29}{0,01...0,58}$	-	-	$\frac{20,4 \pm 0,99}{13,9...29,5}$	-

Th	$\frac{5,20 \pm 1,66}{3,43 \dots 8,52}$	$\frac{6,83 \pm 1,48}{5,35 \dots 8,31}$	$\frac{6,53 \pm 1,94}{4,59 \dots 8,46}$	$\frac{7,74 \pm 1,7}{6,04 \dots 9,44}$	$\frac{7,92 \pm 0,8}{6,03 \dots 9,93}$	$\frac{0,023 \pm 0,009}{0,0008 \dots 0,15}$	$\frac{0,89 \pm 0,11}{0,28 \dots 1,72}$	$\frac{0,005 \pm 0,0007}{0,0009 \dots 0,009}$
U	$\frac{1,08 \pm 0,75}{0,023 \dots 2,53}$	$\frac{1,34 \pm 1,25}{0,09 \dots 2,59}$	$\frac{2,17 \pm 0,02}{2,14 \dots 2,19}$	$\frac{1,48 \pm 0,23}{1,25 \dots 1,72}$	$\frac{2,66 \pm 0,26}{1,94 \dots 3,16}$	$\frac{28,1 \pm 1,40}{10,2 \dots 36,3}$	$\frac{0,69 \pm 0,24}{0,01 \dots 3,49}$	$\frac{0,1 \pm 0,015}{0,013 \dots 0,18}$