

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов
Направление подготовки геологии
Кафедра Геоэкологии и геохимии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Минеральный состав отходов Тейского железорудного месторождения и оценка их опасности методом биотестирования (Республика Хакасия)

УДК 622.341:622.271:628.54.001.5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2г21	Бучельников Виктор Сергеевич		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭПР	Цибулькинова Маргарита Радиевна	К.Г.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Крепша Нина Владимировна	К.Г.-М.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ГЭГХ	Язиков Егор Григорьевич	Д.Г.-М.Н.		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов
Направление подготовки: 05.03.06 «Экология и природопользование»
Кафедра Геоэкологии и геохимии

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой
_____ Язиков Е.Г.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Г21	Бучельникову Виктору Сергеевичу

Тема работы:

Минеральный состав отходов Тейского железорудного месторождения и оценка их опасности методом биотестирования (Республика Хакасия)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Материалы производственной практики, фондовая литература и каменный материал.
---	--

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>	Минеральный состав отходов АО «Тейское рудоуправление», Республика Хакасия.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Обзорная карта, ситуационная схема, графики, таблицы, фотографии.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Крепша Н.В
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Цибулькикова М.Р.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
нет	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	04.03.2016
--	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ГЭГХ	Язиков Е.Г	д.г-м.н, профессор		04.03.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2г21	Бучельников Виктор Сергеевич		04.03.2016

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, 6 глав и заключения. Список литературы представлен 51 источником. Объем работы 79 страниц, включая 18 таблиц и 25 рисунков. Ключевые слова: Тейское железорудное месторождение, минеральный состав, отходы, оценка опасности, биотестирование. В работе использованы материалы, полученные сотрудниками кафедры полезных ископаемых и геохимии редких элементов Томского политехнического университета на территории горнодобывающих предприятий Республики Хакасия.

Объекты исследований – породы отвала, шлам хвостохранилища, шлам отстойника, промпродукт (железная руда).

Цель работы: изучение минерального состава отходов Тейского железорудного месторождения и оценка их опасности для окружающей среды.

В процессе исследования проводилось определение минерального состава при помощи дифрактометра D2 Phaser, кроме того, было проведено биотестирование с использованием двух тест-объектов: мухи *Drosophila melanogaster* и водоросли *Chlorella vulgaris* Beijer. Всего было проанализировано 13 методом рентгеноструктурного анализа, 4 пробы – на тест-объекте *Drosophila melanogaster*, 6 проб – на тест-объекте *Chlorella vulgaris* Beijer.

Содержание

Введение.....	6
Глава 1. Воздействие горнодобывающих предприятий на окружающую среду	7
Глава 2. Методика исследований территории Тейского железорудного месторождения	19
Глава 3. Геоэкологическая характеристика района	25
3.1 Физико-географическое положение района	25
3.2 Климатическая характеристика	25
3.3 Минерально-сырьевая база	26
3.4 Характеристика объекта	27
3.5 Геоэкологическая изученность отходов Тейского железорудного месторождения.....	33
Глава 4. Изучение отходов Тейского железорудного месторождения	37
4.1 Описание метода рентгеноструктурного анализа	37
4.2 Минералогическая характеристика отходов	39
4.3 Изучение отходов методом биотестирования с использованием тест-объекта <i>Drosophila melanogaster</i>	44
4.4 Изучение отходов методом биотестирования с использованием тест-объекта <i>Chlorella vulgaris</i> Beijer	49
4.5 Комплексная оценка опасности отходов	52
Глава 5. Социальная ответственность при изучении отходов железорудного месторождения	55
5.1 Профессиональная социальная безопасность.....	56
5.2 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению	57
5.3 Безопасность в чрезвычайной ситуации	64
Глава 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	66
6.1 Техничко-экономическое обоснование.....	66
6.2 Расчет затрат времени на рентгеноструктурный анализ	67
6.3 Перечень и нормы расхода материалов на рентгеноструктурный анализ.....	69
6.4 Расчет амортизации.....	69
6.5 Общая стоимость лабораторных анализов	70
Заключение	71
Список использованной литературы.....	73

Введение

В настоящее время масштабы антропогенной трансформации биосферы стали сравнимы с воздействием природных процессов на окружающую среду.

Разработка месторождений полезных ископаемых сопряжена с антропогенным воздействием на окружающую среду.

Работа базируется на исследованиях, проведенных сотрудниками кафедры ГЭГХ Томского Политехнического университета в 2000 – 2004 гг, которыми проводилась оценка опасности отходов горнодобывающих предприятий Республики Хакасия.

Цель данной работы:

- 1) Изучить особенности минералогического состава отходов Тейского железорудного месторождения Республики Хакасия.
- 2) Провести комплексную оценку токсичности отходов на основе минералогического, геохимического анализа и методов биотестирования.

Задачи исследований:

1. Изучить минеральный состав отходов добычи железной руды с применением рентгеноструктурного анализа.
2. Провести биотестирование проб отходов с использованием в качестве тест-объектов водоросли *Chlorella vulgaris* Beijer и мушки *Drosophila melanogaster*
3. Провести комплексную оценку токсичности отходов.

Глава 1. Воздействие горнодобывающих предприятий на окружающую среду

Месторождения железных руд выявлены в 98 странах, и мировые прогнозные ресурсы оцениваются в 790,9 млрд. т. Общие запасы железных руд в мире составляют 464,24 млрд. т; подтвержденные запасы составляют 206,9 млрд. т. Добыча железной руды осуществляется открытым способом – карьерами и подземным способом – рудниками. Открытым способом добывается 80% всей железной руды.

В последние годы в связи с необходимостью решения экологических проблем и имеющим место снижением содержания ценных компонентов в рудах повышается значение комплексного использования добываемого сырья и сокращения промышленных выбросов, представляющих источник сырья для цветной и черной металлургии [1].

В процессе функционирования предприятие взаимодействует с природными геосистемами, образованными геологическими массивами и рудными телами, водоносными горизонтами и поверхностными водными объектами, почвами, растительностью, приземным слоем атмосферы и естественными источниками энергии [37].

Предприятия добывающей промышленности являются одними из ключевых объектов, оказывающих негативное влияние на окружающую среду. Они являются источниками образования 90% всех отходов, 27% образуют предприятия по добыче металлических руд [38]. Воздействие предприятий горнодобывающей промышленности довольно хорошо изучено.

Оно начинается на этапе проведения поисково-разведочных работ и подготовки месторождения к эксплуатации и продолжается весь период его освоения, а зачастую и много лет после завершения добычи. Извлечение и обогащение полезных ископаемых требует создания крупного промышленного комплекса с соответствующей инфраструктурой [2].

За два столетия интенсивного развития горнодобывающей промышленности в ряде регионов России накопились гигантские объемы

техногенных образований в виде отвалов пустых пород и некондиционных руд, хвосто- и шламохранилищ.

Ежегодно негативное воздействие горнодобывающих предприятий на окружающую среду возрастает. В 2010 г. площадь земель, нарушенных горными работами на территории России составила 1,5 млн га, что привело к возникновению на территориях площадью более 4 млн га неблагоприятных экологических ситуаций, проявляющихся в ухудшении санитарно-гигиенической обстановки, нарушении и видоизменении естественных ландшафтов, а также утрате природных ресурсов. В процессе добычи полезных ископаемых часть химических элементов и их соединений попадают в зону гипергенеза – в отвалы и техногенные наносы. Они способны мигрировать на сотни километров от источника загрязнения, оказывая негативное влияние на компоненты природной среды в населенных пунктах, особо охраняемых районах и заповедниках, которые расположены на огромном, казалось бы, расстоянии от предприятий горной промышленности [3].

Проблема влияния складированных отходов горнорудной промышленности на окружающую среду и человека воспринимается в настоящее время как реальная опасность по мере детального исследования процессов, происходящих в пределах искусственных геологических (техногенных) объектов и их внешних связей с природными компонентами: атмосферой, реками, внутренними водоемами, почвами и т. д.

При хранении все отходы претерпевают изменения, обусловленные физико-химическими превращениями под влиянием внешних и внутренних факторов. В результате образуются значительные количества новообразованных соединений, более токсичных и подвижных, чем исходные соединения [4].

В горнорудных районах особенности распространения загрязняющих веществ зависят от технологии добычи, транспортировки и обогащения полезных ископаемых.

При открытом способе разработки месторождений наиболее значимыми проблемами являются: откачка воды при осушении месторождения, проведение взрывных работ, извлечение руды и складирование пустой породы [2].

Массы горных пород, извлеченные из недр, вскрышные породы, отходы обогащения складировются в отвалах, хвостохранилищах и шламоотстойниках, захватывая большие площади [5].

Техногенные массивы – источники воздействия на все природные среды за счет пыления и вымывания из них загрязняющих веществ (рис. 1).

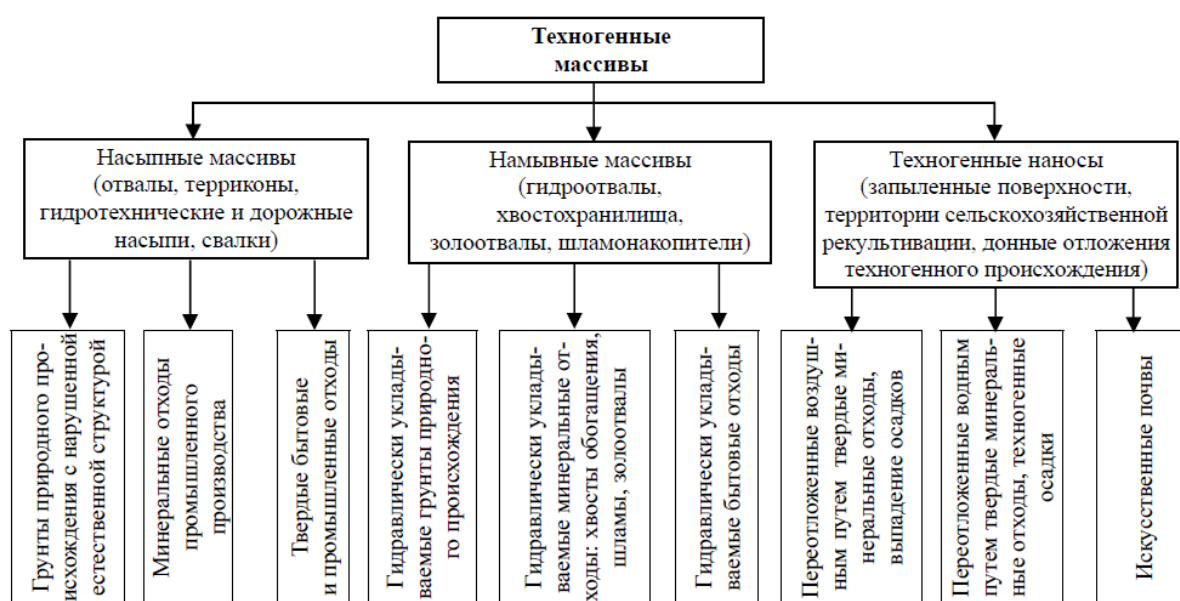


Рисунок 1. Классификация техногенных массивов [6]

К числу негативных последствий формирования техногенных массивов следует отнести: ухудшение состояния атмосферного воздуха, изъятие земель, пригодных для сельскохозяйственного использования, из оборота, преобразование природного ландшафта и загрязнение почвенного покрова, развитие эрозионных процессов, изменение состояния и свойств горных пород, слагающих основание техногенных массивов, а также гидрологического и гидрогеологического режима района, возникновение горно-геологических процессов и явлений, носящих иногда катастрофический характер [7].

В условиях интенсивной антропогенной нагрузки оценка влияния отходов горнодобывающих предприятий на компоненты природной среды представляется актуальной проблемой, требующей изучения.

В результате воздействия предприятий изымаются сельскохозяйственные и лесные угодья, нарушаются природные ландшафты, активно вымываются подвижные формы элементов атмосферными осадками, загрязняется атмосфера выбросами пыли, отработанными газами, содержащие токсичные компоненты. Соответственно, важным становится более детальная оценка состава вскрышных пород, составляющих отвалы, материала хвосто- и шламохранилищ, а также золошлаковых отходов.

В течение длительного времени на отвалах и шламохранилищах некоторых предприятий складывается большое количество железосодержащих отходов различных производств. В состав таких отходов зачастую входят токсичные компоненты, которые оказывают негативное влияние на окружающую среду.

В результате воздействия происходит ухудшение качества, нарушение и отчуждение земель, изменение состава и свойств геологической среды, загрязнение природных вод и атмосферы, уничтожение растительности и нарушение сложившегося гидробаланса.

Воздействие на почвы выражается в снижении плодородия вследствие накопления пыли с отвалов и карьеров и нарушения её физических свойств.

В настоящее время на предприятиях занимающихся открытой разработкой железорудных месторождений, отвалы пустой породы занимают значительные площади, часто суммарная площадь изъятых земель под складирование пустой породы может достигать сотен гектаров для одного предприятия [8].

Для насыпных техногенных массивов и их оснований характерны следующие инженерно-геологические особенности: нарушенность структуры пород в теле насыпи, из-за снижения прочности по сравнению с естественным залеганием; фракционирование пород и самовыполаживание

откосов; значительное изменение прочности пород насыпей во времени – увеличение сопротивления сдвигу в связи с уплотнением или снижение при увлажнении пород насыпи и основания; возникновение в водонасыщенных глинистых породах насыпей и их оснований порового давления, способствующего развитию оползней различных типов [7].

Необходимость добычи руд с высоким содержанием ценных компонентов приводит к увеличению глубины разработки и соответственно увеличению объемов вскрышных работ и росту площадей отвалов, являющихся мощными источниками аэротехногенного воздействия на окружающую среду. Структура выброса в атмосферу основных загрязняющих веществ при разработке железорудных месторождений открытым способом представлена на рисунке 2.

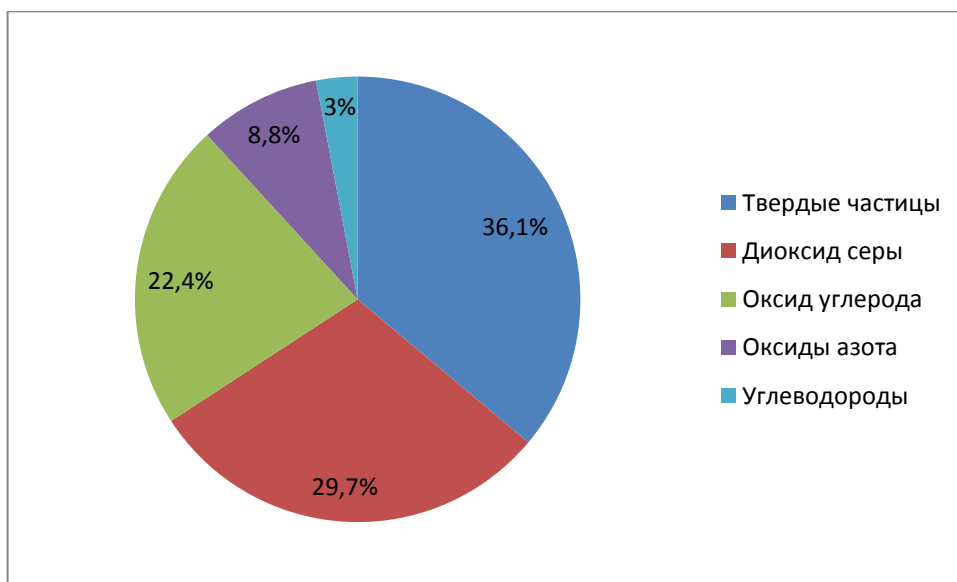


Рисунок 2. Структура выброса в атмосферу основных загрязняющих веществ при разработке железорудных месторождений открытым способом, % [8]

Открытая разработка месторождений полезных ископаемых характеризуется интенсивным загрязнением атмосферы. Основными источниками загрязнения являются карьеры и дробильно-обоганительные фабрики. Во время ведения горных работ в воздушную среду поступает значительное количество минеральной пыли и газов, в процессе машинного разрушения пород, бурения скважин, взрывной отбойки, вторичного дробления, резки горных пород, погрузки, транспортировки и выгрузки их на

приемных пунктах или отвалах, разрушения дорожного полотна при движении по нему транспортных машин, эрозии поверхности отвалов, откосов уступов, карьеров [8] (рис. 3).

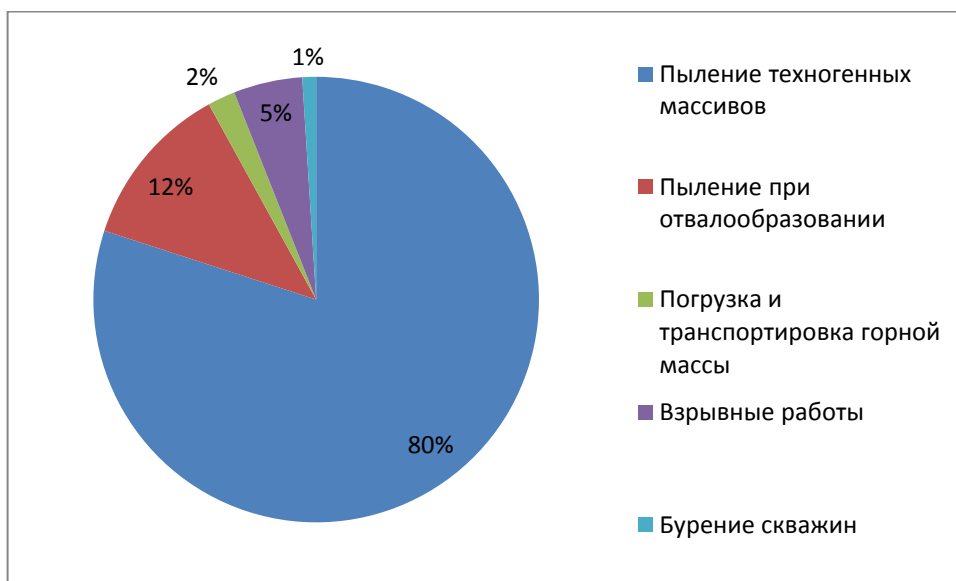


Рисунок 3. Удельный вклад различных источников в выбросы неорганической пыли при открытой разработке железорудных месторождений, % [8]

Основные источники выделения неорганической пыли при открытой разработке железорудных месторождений представлены следующими технологическими процессами: бурением скважин, взрывными работами, выемочно-погрузочными работами, транспортированием горной массы, складированием пустой породы в отвал, пылением техногенных массивов (отвалов, хвостохранилищ, открытых породных складов и т.д.) [8].

Неорганическая пыль, образующаяся в результате взаимодействия атмосферных воздушных потоков со складываемыми в отвалах породами, распространяется на значительные расстояния. Распределение ее концентрации в атмосферном воздухе определяется метеорологическими условиями (температурой, влажностью, скоростью и направлением ветра) и горно-техническими особенностями разработки (физико-механическими свойствами пород, геометрическими размерами отвалов, их расположением относительно контура карьера и розы ветров). Выпадая из атмосферного воздуха на поверхность земли, химические элементы, содержащиеся в пыли, угнетающе воздействуют на воду, почву, растительность, лесные массивы и

т.п. Если пылевое облако достигает мест компактного проживания людей, там повышается техногенный риск, характеризующийся уровнем хронической интоксикации населения [9].

Воздействие на поверхность породных отвалов изменяющейся температуры окружающей атмосферы, осадков, ветра, тепла, излучаемого в результате окисления угля и углекислых пород, приводит к разрушению части крупных кусков до размеров пыли. В сухую погоду эта пыль ветром сдувается с отвалов и уносится на значительные расстояния, загрязняя атмосферу. Установлено, что концентрация пыли при скорости ветра 3-3,5 м/сек и влажности воздуха 90% на расстоянии 150 м от породных отвалов составляет 10-15 мг/м³.

Отсыпка отвалов сопровождается заметной осадкой поверхности непосредственно под отвалом и на близлежащей к отвалу площади независимо от того, расположен отвал на целике или на подработанной территории. Величина осадки в каждом конкретном случае определяется инженерно-геологическими условиями основания и высотой отвала. Расположение отвалов в чашеобразных понижениях способствует накоплению в течение определённых промежутков времени дренируемых четвертичных, поверхностных и инфильтрационных с отвала вод, которые в последующем начинают разгружаться как в подземные горизонты, так и в открытые водотоки.

Негативные геологические процессы, связанные с отвалами, проявлены в разных аспектах. Водная эрозия их бортов приводит к расширению площади отвалов. Породная масса оказывает дополнительное давление на грунты основания, что может повлиять на изменение их фильтрационных свойств и оказывать локальное воздействие на уровневый режим первого от поверхности водоносного горизонта.

Попадая в атмосферу, значительная часть загрязняющих веществ выпадает и аккумулируется в верхнем слое почвы, при этом формируются литохимические ореолы загрязнения [10].

Технологии, в настоящее время применяемые для переработки и обогащения минерального сырья, приводят к значительному органическому загрязнению образующихся отходов, а химические реагенты являются источником таких опасных соединений, как ПАУ, фенолы, амины. В шламо- и хвостохранилищах при взаимодействии отходов с водой происходит разрушение органоминеральных комплексов, повышается геохимическая подвижность поллютантов, поступающих со стоками в гидросферу [5].

Компонентом, наиболее подверженному геохимической трансформации, являются поверхностные воды. Поступление в них загрязняющих веществ в них обычно происходит из трёх источников: 1) водоотлив из горных выработок; 2) дренажный сток отвалов пустой породы; 3) дренаж хвостохранилищ [2].

Несовершенство сооружений шламоохранилищ, отстойников и отвалов и недостаточная очистка сточных вод усугубляют воздействие. Уровень загрязнения зависит от объема, состава загрязнителей, от геохимического типа вод и может превысить уровень ПДК по целому ряду показателей.

В донных отложениях металлы образуют подвижные сульфатные формы, переход которых в раствор приводит к вторичному загрязнению речных и подземных вод [5].

Одно из важнейших свойств минералов железа - их способность к тесному взаимодействию с тяжелыми металлами, которое осуществляется как в естественных условиях, так и на территориях, загрязненных техногенными отходами [11].

Среди природно-техногенных образований, сформировавшихся под воздействием горнодобывающей промышленности, особое место занимают намывные сооружения – хвостохранилища и гидроотвалы, в которых размещено более 5 млрд. м³. отходов обогащения и 1,5 млрд. м³ вскрышных пород – водонасыщенных техногенных отложений.

Хвостохранилища - наиболее динамичные элементы природно-техногенных систем, образующихся под воздействием горно-рудной

промышленности, поскольку складываемый в них материал, во-первых, имеет чрезвычайно мелкий гранулометрический состав и легко поддается ветровому переносу, загрязняя прилегающие территории, а, во-вторых, этот материал доставляется в хвостохранилище гидроспособом, т.е. в смеси с водой (пульпа) с помощью мощных насосов [12].

В процессе обогащения полезных ископаемых образуются отходы с пониженным содержанием ценного компонента – «хвосты». Они представляют собой частицы пустой породы, получившиеся в результате механической переработки руды: при дроблении, измельчении, классификации, флотации, сепарации. Твердую фазу хвостовой пульпы составляют минеральные частицы размером от долей микрона до 3 мм.

Вещественный состав частиц и их плотность зависят от минерального состава пород, содержащих полезное ископаемое. Как показывает анализ имеющейся информации, большинство опасных соединений концентрируется именно в шламах, при этом образуются сложные минеральные и органоминеральные комплексы с различной растворимостью.

Пульпа, поступающая на хвостохранилище, помимо самих отходов обогащения, также содержит разнообразные химические реагенты и их соединения: цианиды, кислоты, щелочи, дитиофосфаты, роданиды, растворимые соли натрия, калия, кальция, магния, меди, свинца, цинка, тяжелых металлов, органические растворители.

Органическими растворителями являются формальдегид, фенолы, бензол, ксантогенаты, аэрозоли, нефтепродукты, амины, жирные кислоты, используемые как пенообразователи и собиратели концентрата при флотации руды. Попадая в хвостохранилище и отстойники, они способны мигрировать в геологическую среду.

Одним из наиболее неблагоприятных последствий функционирования хвостохранилищ является загрязнение подземных вод, и не всегда есть возможность оценить характер и масштабы токсичного и/или радиоактивного загрязнения, определить скорость и пути поступления. Это

напрямую связано с гидрогеологическими особенностями района, структурой водоносных горизонтов, направлением и скоростью потока грунтовых вод, геохимическими свойствами горных пород и грунтов, их сорбционные свойства к перечисленным соединениям в районе размещения хвостохранилища [39].

Поэтому хвостохранилища требуют особого внимания, являясь источником повышенной опасности, загрязнения воздуха, почв, а также подземных и поверхностных вод [39].

Минералогические исследования хвостохранилищ показали, что первичные минералы и породы, поступившие в виде отходов обогащения, в результате хранения претерпевают изменения за довольно непродолжительное время, приводящие к новообразованию, главным образом, карбонатов, сульфатов и гидрооксидов [40].

С учетом геохимических и минералогических особенностей «хвостов», а также длительность и изменяющиеся условия их хранения – влажные, закрытые водой сверху – на начальных этапах и сухие, открытые для ветровой эрозии – на этапе завершения освоения и после его окончания, хвостохранилища являются мощным негативным фактором интенсивного воздействия на окружающую среду, особенно подземных и поверхностных вод, т.к. они являются аккумулялирующими сооружениями не только для отходов обогатительных фабрик, но и технологических вод, являющихся жидкой фазой хвостовой пульпы. Это приводит к возникновению экологических проблем и даже катастрофических ситуаций и появлению экологически обусловленных заболеваний. Негативное влияние оказывают взвешенные пылевые и газовые примеси, содержащиеся в атмосферном воздухе [41].

Для «сухих» участков хвостохранилища характерно пыление хвостов, приводящее к механической миграции загрязняющих веществ, для обводненных участков характерно содержание значительного количества

токсичных веществ и элементов, обладающих повышенной миграционной способностью [13].

Для определения опасности отходов горнорудных производств важно соединение изучения результатов минералогических геохимических и биологических параметров. Учитывая взаимосвязь всех природных сред и близость проживания населения от источников загрязнения, комплексный подход к оценке экологической опасности отходов является весьма актуальным.

Помимо этого, процессы фильтрации растворов через тело хвостохранилища и осадения взвесей приводят к формированию в его основании глинисто-илистого слоя с высокой степенью обводненности, которые в горных районах часто служат причиной прорыва ограждающих дамб и образования оползней и селевых потоков с катастрофическими последствиями [42].

Значительное негативное влияние на состояние атмосферы оказывает работа дробильно-обогажительных фабрик за счет вредных выбросов в атмосферу и пыления шламоохранилищ. Отходы обогащения после осушения легко подвергаются разрушению ветром, переносятся по воздуху, образуя периодические пыльные бури, что приводит к рассеиванию механических и химических загрязнений в почвенном покрове и поверхностных водах [6].

Сегодня можно предположить, что на объем образования отходов в основном влияют производственные показатели, а не внедрение инновационных технологий и природоохранных мероприятий. А значит, увеличение производственных показателей будет сопровождаться ростом объемов образования отходов.

Дальнейшее существенное повышение эффективности горного производства на достигнутом научно-техническом уровне невозможно.

Требуются принципиально новые решения в области техники технологии горного дела, создание замкнутых циклов, безотходных

производств с возможно более полным использованием отходов добычи и переработки полезных ископаемых [43].

Глава 2. Методика исследований территории Тейского железорудного месторождения

Ранее были проведены работы по геохимической оценке источников загрязнения окружающей среды на территории месторождения. Работы выполнялись в соответствии с методическими рекомендациями по геохимической оценке источников загрязнения окружающей среды (Методические..., 1982; Методические ..., 1982 и Методические..., 1986), инженерно-экологическим изысканиям (СП-11-102-97); требования к геолого-экологическим исследованиям (Требования..., 1990) и методическое руководство по изучению техногенных месторождений (Методическое..., 1994).

2.1. Опробование территории Тейского железорудного месторождения

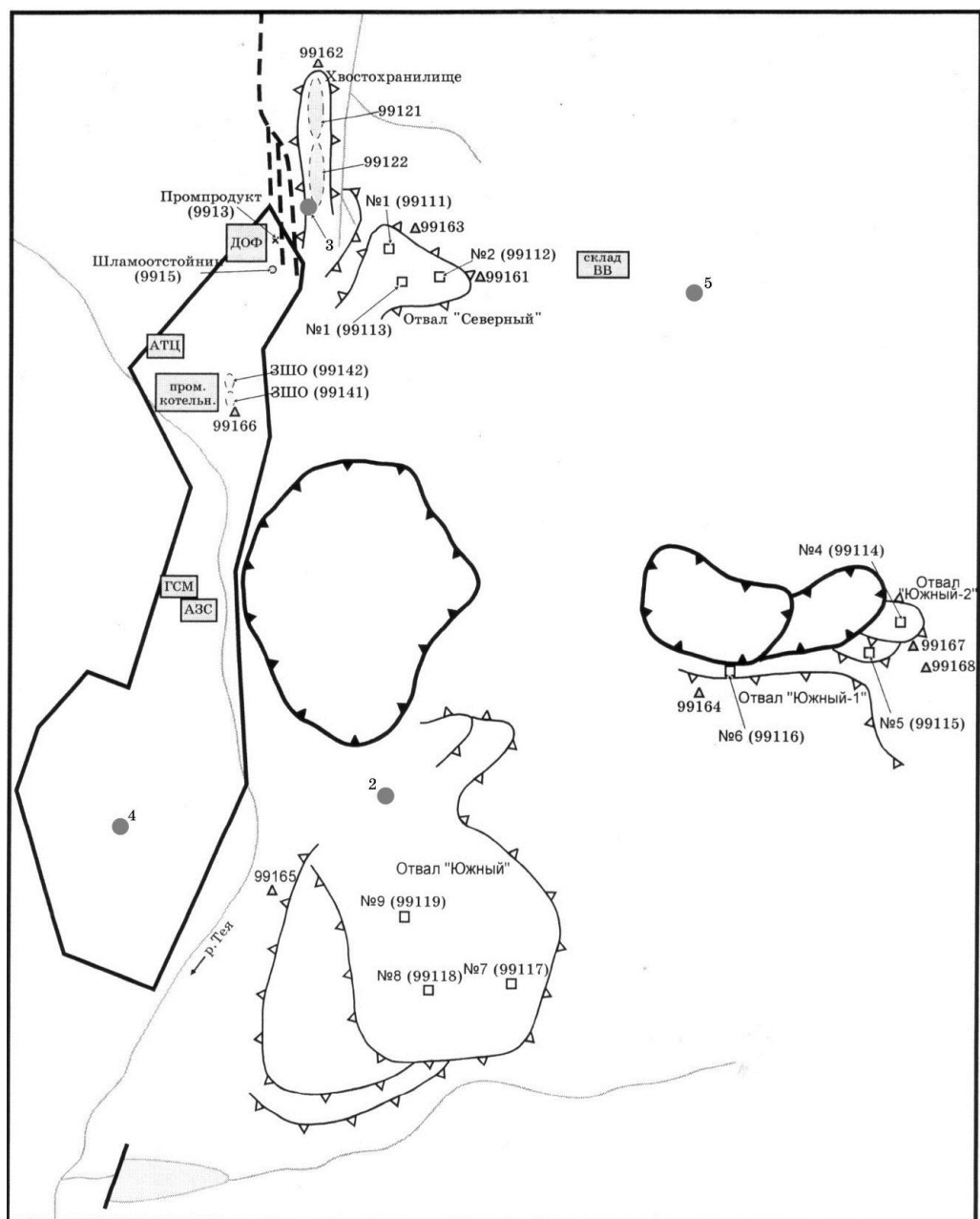
При опробовании отходов горнодобывающих предприятий для определения загрязняющих веществ были использованы методы, применяющиеся в геологии при поиске и разведке месторождений полезных ископаемых, обеспечивающие представительность данных (Каждан и др., 1982; Погребецкий и др., 1977), а также методические рекомендации по геохимической оценке источников загрязнения окружающей среды (Методические ..., 1982; Методические ..., 1986).

Отбор проб осуществлялся горстевым и точечным методом, а также вычерпыванием. Схема размещения точек опробования приводится на рисунке 4.

Хвостохранилище опробовалось по всей площади отходов обогатительной фабрики горстевым методом. Было отобрано две пробы № 99121 и № 99122.

Опробование шламоотстойника проводилось по всему периметру вычерпыванием на глубину 15 см (проба № 9915). Опробование отвалов проводилось по площадкам, площадью 100 м² каждая (10 x 10 метров). Отвал «Северный» опробовался по трём площадкам, отвал «Южный-2» - по двум площадкам, «Южный-1» - по одной, «Южный» - по трём.

Также был проведен отбор проб отходов промышленно-отопительной котельной проводилось методом вычерпывания на глубину 15 см по всей площади хранения золошлакового материала (пробы № 99141 и № 99142).



- 2 3
№9 (99119) - площадка опробования отвалов (1), номер площадки (2), номер пробы (3)
1 □
99165 - точка опробования почвы и номер пробы
99122 - участок опробования хвостохранилища и номер пробы
○ (9915) - участок опробования шламоотстойника и номер пробы
✱ (9913) - точка опробования промпродукта и номер пробы
{ } ЗШО (99141) - участок опробования золошлаковых отходов (ЗШО) и номер пробы
● 3 - точка опробования снегового покрова и номер пробы

Рисунок 4 . Схематический план опробования отвального хозяйства, отходов производства, почв и снегового покрова АООТ «Тейское рудоуправление» [15]

2.2. Методика аналитических исследований

Содержание и формы нахождения элементов были определены комплексом современных методов в лабораториях гг. Санкт-Петербург, Новосибирск, Абакан и Томск [15].

Биотестирование 38 проб с использованием тест-объекта *Drosophila melanogaster* проводилось при разных концентрациях исходного материала в среде, согласно стандартной методики (Методические ..., 1998), с помощью руководства (Медведев, 1968) [15].

Пробы истирались до состояния пудры и помещались в питательную для дрозофил среду в концентрациях 25, 75, 20, 80, 99,8 и 0,2%. Концентрация пробы 20 и 25% соответствует эффективной (летальной) дозе LD50 (Беленький, 1963) [15].

В концентрациях 0,2% и 99,8% были обнаружены морфозы, что позволило говорить о возможном тератогенном действии пробы.

При проведении экспериментов оценивались следующие биологические показатели: соотношение полов, морфозы, высота подъема куколок, сроки развития по отношению к концентрации пробы в среде (опыт / контроль). Величины данных показателей в опытных группах сравнивались со значениями в контрольных, с учетом того, что и те, и другие формировались одновременно и идентично.

Непосредственно автором было проведено определение минералогического состава 13 проб отходов методом рентгеноструктурного анализа кафедре геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета в лаборатории электронно-оптической диагностики МИНОЦ «Урановая геология» и проведено биотестирование (4 пробы) на тест-объекте *Drosophila melanogaster*.

Биотестирование проб отходов производства на тест-объекте водоросли *Chlorella vulgaris* Beijer (6 проб), согласно методике. Водная вытяжка готовилась из расчета сухое вещество: вода в соотношении 1:10.

Анализ проведен инженером Воробьевой Д.А. на базе проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии НОЦ «Вода».

Биотестирование проб отходов производства на тест-объекте мушка *Drosophila melanogaster* автором на базе учебно-научной эколого-биологической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии.

2.3. Методика обработки информации

Накопление и обработка аналитических данных проводилась с использованием программ Microsoft Excel и Microsoft Office Word.

При обработке данных результатов биотестирования был использован математический метод - критерий соответствия χ^2 .

Глава 3. Геоэкологическая характеристика района

3.1 Физико-географическое положение района

Объект расположен на территории Республики Хакасия в юго-западной части Восточной Сибири, в левобережной части бассейна реки Енисей, на территориях Саяно-Алтайского нагорья и Минусинской котловины. На севере, востоке и юго-востоке Хакасия граничит с Красноярским краем, на юге - с Республикой Тыва, на юго-западе - с Республикой Алтай, на западе - с Кемеровской областью. Столица Хакасии - город Абакан [14].

По характеру поверхности территория республики делится на две части: горную (2/3 территории) и холмисто-равнинную.

По характеру природных условий Хакасия неоднородна и относится к трем крупным географическим районам: Западному Саяну, Кузнецкому Алатау и Минусинской котловине, которые связаны между собой как отдельные части Алтае-Саянской горной системы.

Равнинные участки котловин приурочены к широким долинам рек Енисея, Абакана, а также к низовьям их притоков. Высшая точка (2930 м) – г. Караташ (Каратас) – расположена в горном массиве Западного Саяна. Наименьшая отметка (243 м) – уровень Красноярского водохранилища [14].

Климат резко континентальный, с сухим жарким летом и холодной малоснежной зимой. Характерны большие колебания не только годовых, но и суточных температур.

Атмосферное увлажнение неустойчивое и неравномерное, так как большая часть территории находится в дождевой тени Кузнецкого нагорья. Средняя температура воздуха в июле: +17,9°C, в январе: -18,9°C [44].

3.2 Климатическая характеристика

Микро и мезоклимат территории Хакасии формируется под влиянием интенсивности солнечной тепловой энергии, циркуляции атмосферы и местных физико-географических условий. Уникальное расположение, где степи соседствуют с горными массивами, приводит к существенному

различию в режиме температуры и осадков, в датах наступления и окончания сезонов года.

Суммарная величина солнечной радиации в степной части Хакасии значительно больше, чем на соответствующих широтах в более западных районах России. Преобладает ясная малооблачная погода.

В Хакасии преобладают юго-западные ветры. Для весеннего периода характерны сильные ветры, нередко приводящие к пыльным бурям. Благодаря открытости территории, с севера проникает арктический воздух. В целом же климат Хакасии характеризуется как резко континентальный с жарким летом и холодной зимой. Максимальная амплитуда колебаний температуры в отдельные годы превышает 80 градусов по Цельсию (от -40 до +40). Среднегодовая температура воздуха – 0,4°C.

Ветры в течении года преобладают юго-западные и западные 2 – 3 м/сек. Весной и осенью до 15 м/сек, и более [14].

3.3 Минерально-сырьевая база

Горнодобывающая промышленность является одной из базовых отраслей экономики Республики Хакасия. В республике выявлен и оценен значительный по разнообразию и объему минерально-сырьевой комплекс, состоящий более чем из 20 видов, общим числом свыше 300 месторождений и перспективных проявлений полезных ископаемых. На ее территории разведаны и разрабатываются месторождения угля, железа, молибдена, золота, барита, бентонита, ювелирно-поделочных и облицовочных камней, различных видов строительных материалов, минеральных и пресных подземных вод. Разведаны, но не разрабатываются по различным причинам, месторождения меди, полиметаллов (свинца, цинка), фосфоритов, асбеста, урана, гипса.

Значимое место в общих запасах Российской Федерации принадлежит запасам угля, железных руд, молибдена, барита, бентонитов, облицовочных камней, заключенных в недрах Хакасии. В разведанных месторождениях Хакасии сосредоточено (в % от запасов Российской Федерации): угля – 3,5%,

молибдена – 23,6%, железных руд – 1%, золота – 1%, барита – 27%, бентонитовых глин – 6,5%, облицовочных камней – 13%.

Запасы железных руд на территории республики сосредоточены в 8 месторождениях магнетитовых руд: Абаканское, Тейское, Абагасское, Ельгентагское, Изыхгольское, Анзасское, Волковское, Самсон. Суммарные запасы месторождений составляют 650 млн. т руды по категориям А+В+С1 и 354 млн. т руды по категории С2. Руды легкообогатимые, обогащаются методом СМС. Содержание железа в рудах колеблется от 28% до 44,8%.

В промышленном освоении находятся Абаканское, Тейское, Абагасское и Изыхгольское месторождения. Добыча железных руд и выпуск промпродукта производится двумя рудниками – Абаканским и Тейским. Абаканское месторождение разрабатывается подземным способом Абаканским рудником. Тейское, Абагасское и Изыхгольское месторождения разрабатываются открытым способом Тейским рудником.

Минерально-сырьевая база общераспространенных полезных ископаемых Республики Хакасия представлена глинами и суглинками для производства кирпича, керамзита и керамических изделий, песками для строительных работ и силикатных изделий, песчано-гравийными материалами, карбонатными породами для производства строительной извести, изверженными, осадочными и карбонатными породами для производства щебня, строительного и облицовочного камня, гипсом и ангидритом для производства алебаstra и других строительных смесей.

3.4 Характеристика объекта

Основная техногенная нагрузка Республики Хакасия обусловлена большими объемами промышленных отходов, занимающих огромные площади. Степень экологической опасности напрямую зависит от поведения химических элементов в изучаемых объектах и формах их нахождения.

Тейское месторождение было открыто в 1930 г. и разведано под руководством И. К. Баженова, И. В. Дербикова, А. А. Месянинова и др. Месторождение приурочено к системе небольших разломов северо-

восточного простирания, являющихся оперениями меридионального Балыксинского глубинного разлома на ответвлении Глубинного разлома и локализуется среди доломитов и доломитизированных известняков верхнего протерозоя — нижнего кембрия в пределах трубчатой структуры, сложенной туфогенными породами и обломками доломитов, известняков, амфиболитов и гранитов (рис.5).

Тейская зона сложена существенно магнетитовыми рудами (среднее содержание железа 32-33%). Метасоматические породы представлены гранат-пироксеновыми скарнами, серпентин-флогопитовыми породами, развитыми по магнезиальным скарнам; менее развиты эпидот-хлоритовые и карбонатные породы. Западная колонна на глубине 500 м от поверхности соединяется с рудами Тейской колонны [7].

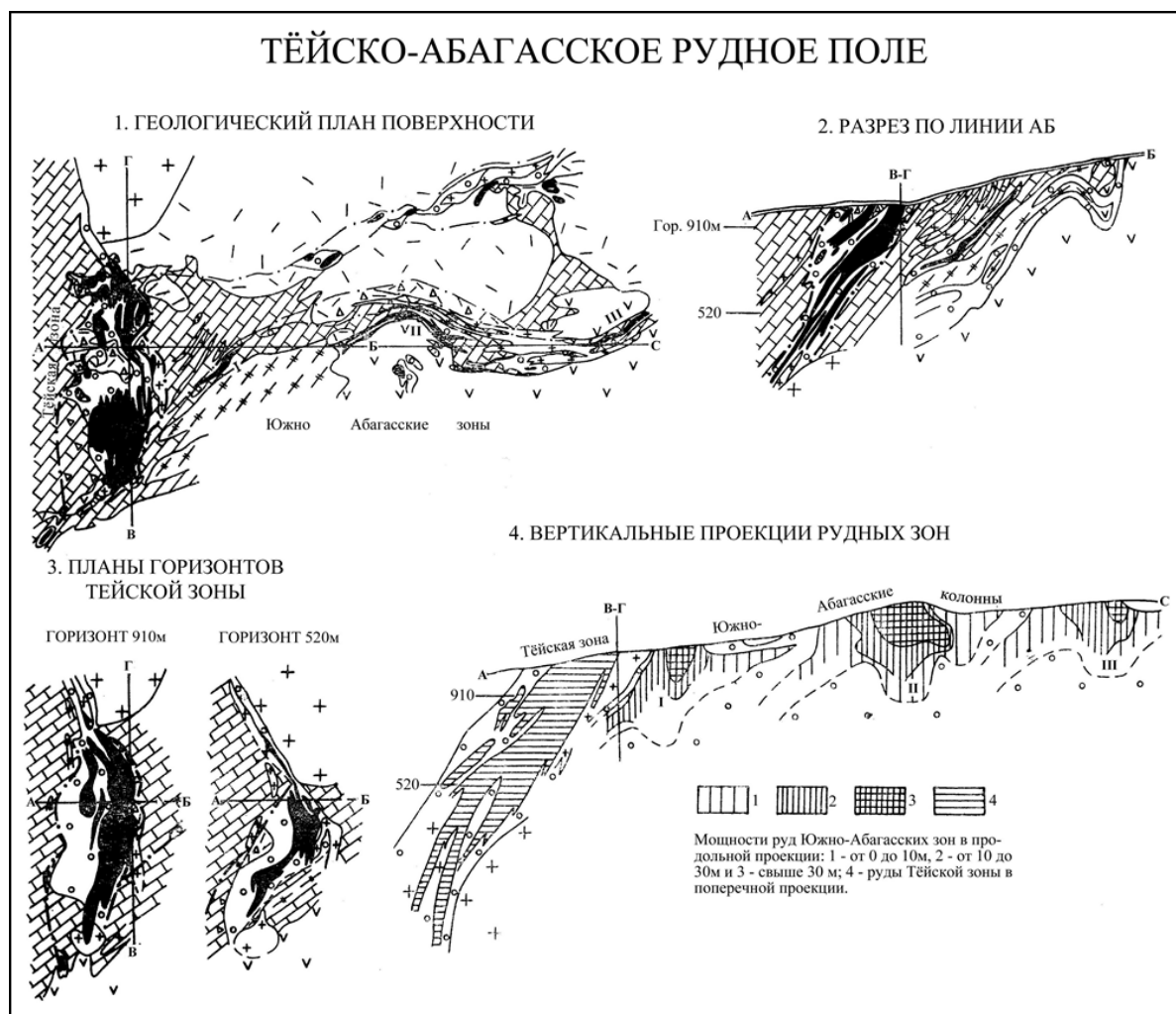


Рисунок 5. Карта Тейско-Абагасского рудного поля [15]

Месторождение разрабатывалось открытым способом (рис.6). Тейское месторождение вскрыто карьером на глубину 400 м при проектной глубине 475 м. Месторождение приурочено к субмеридиональному Тейскому разлому. Вмещающими породами являются крутопадающие известняки и доломиты среднего кембрия. Рудная зона представляет собой метасоматически измененные и оруденелые магнетитом брекчии из несортированных крупнообломочных, преимущественно округлых обломков ортофиоров, микросиенитов, известняков, гранитов. Рудная зона сложена 12 крутопадающими линзовидными рудными телами в лежащем крыле брекчий. Длина зоны по простиранию 1500 м, по падению без выклинки — 1300 м при максимальной мощности 300 м, вдоль лежачего бока наблюдаются пострудные зоны рассланцовки мощностью 5-10 м с амплитудой смещений до 40-60 м [7].



Рисунок 6. Карьер Тейского железорудного месторождения

Руды разделяются на магнетитовые (5%), серпентин-магнетитовые (60%), карбонат-магнетитовые (25%), карбонат-серпентин-флоготип-магнетитовые (2%), гематит-магнетитовые (8%). Они обладают массивными, пятнистыми, брекчиевыми, брекчиевидными, ритмически-полосчатыми, колломорфными текстурами. Балансовые запасы руд до глубины 700 м составляют 173,6 млн тонн, из них 137 млн. тонн ниже уровня реки Теи [45].

Проектная мощность рудника 5 млн. тонн сырой руды в год, фактически ежегодно добывается и перерабатывается на обогатительной фабрике 1,5-3 млн. тонн сырой руды. При сухой магнитной сепарации на Тейской дробильно-обогатительной фабрике из измельченной руды получается промышленный продукт, в котором содержится 36,5% железа. Отходы переработки в количестве 33,5% от общего объема перерабатываемой руды содержат 10-12% Железа. Среднее содержания железа в концентратах мокрой магнитной сепарации 58%, магнезии 8%.

Источниками образования отходов на руднике являются: добычные карьеры, дробильно-обогатительная фабрика и промышленно-отопительная котельная.

На предприятии сформировано четыре отвала вскрышных пород общим объемом 150179,2 тыс. м³, занимающие площадь 241,2 га; хвостохранилище, шламоотстойник, золоотвал и золоотстойник (рис.7,8,9,10).



Рисунок 7. Отвал «Северный»[15]

Руда, привозимая из карьера, проходит следующую схему переработки: стадия дробления и грохочения включает крупное дробление, осуществляемое на двух щековых дробилках; среднее дробление в двух конусных дробилках, мелкое дробление в четырёх конусных дробилках с предварительным грохочением на грохотах ГИТ-51. Стадия обогащения – сухая магнитная сепарация осуществляется на четырёх сепараторах 2ПБС 90/250. Произведённый первичный концентрат складировается на открытых

прирельсовых складах. Отходы обогащения (хвосты) системой ленточных конвейеров направляются в бункер, где разгружаются в автосамосвалы БелАЗ и вывозятся в отвал хвостов.

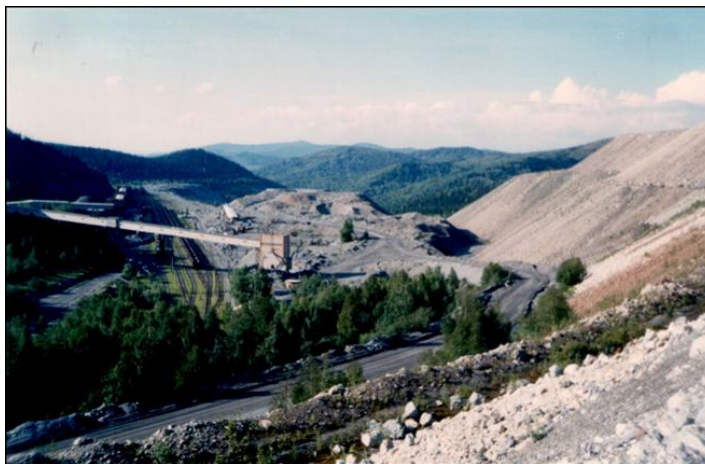


Рисунок 8. Хвостохранилище и отвал «Северный» [15]

Шламы образуются при гидрообеспылевании в скрубберах, затем перекачиваются в закрытый отстойник, где отстаиваются и вымываются в шламоотстойник (рис.9).



Рисунок 9. Дробильно-обогажительная фабрика и шламоотстойник [15]

В течение длительного времени на отвалах и шламоохранилищах некоторых предприятий складировается большое количество железосодержащих отходов различных производств. В состав таких отходов зачастую входят токсичные компоненты, которые оказывают негативное влияние на окружающую среду.



Рисунок 10. Отвал «Южный-2»

Твердая фаза хвостовой пульпы представлена смесью минеральных частиц разного размера от 3 мм до долей микрона.

Содержание металлов в хвостах обогащенных руд составляет сотые доли процента. Полезные компоненты содержатся в таком количестве или форме (мелкодисперсной), что они не могут быть извлечены в концентрат по существующей технологии.

Хвостохранилища имеют чашеобразную форму и ограждены со всех сторон искусственными, либо естественными дамбами. Хвосты относятся к техногенно-образованным отходам, сформированным из веществ, не встречающихся в земной коре или с примесью таковых. Крупность минеральных зерен характеризует гранулометрический составом, т.е. весовое распределение частиц по крупности, выраженному в процентах. По гранулометрическому составу грунт хвостохранилищ представлен, главным образом, песчаным материалом, а также содержит большое количество пылеватых частиц. Жидкая фаза пульпы – смесь воды и остаточных реагентов, применяемых при флотации в цикле обогащения фабрик.

3.5 Геоэкологическая изученность отходов Тейского железорудного месторождения

Ранее сотрудниками кафедры ГЭГХ была проведена комплексная оценка опасности отходов АООТ «Тейское рудоуправление» для окружающей среды (табл.1).

Таблица 1. Величины суммарного показателя загрязнения и кларки концентраций отходов Тейского железорудного месторождения [15]

Вид пробы		СПЗ	Степень загрязнения [18]	Кларк концентрации
Породы отвалов	«Северный»	27,7	Средняя	$Cu_{18,6}, As_{4,6}, Zn_{4,6}$
	«Южный»	12,7	Низкая	$As_{10,2}, Cu_{8,3}, B_{7,2}$
	«Южный-1»	1,3	Низкая	$B_{5,9}, As_{2,2}, Cd_{2,2}$
	«Южный-2»	35	Высокая	$Se_{23}, As_{10,9}, B_{5,1}$
Шлам хвостохранилища		38,4	Высокая	$As_{22}, B_{16}, Cd_{3,8}$
Шлам отстойника		37	Высокая	$B_{29,2}, As_{22,2}, Co_{4,3}$
Золошлаковые отходы		0,2	Низкая	$As_{4,2}, B_{2,4}, Cr_{1,3}$

Выполнив необходимые расчеты и проведя биотестирование изучаемых объектов, в целом по Тейскому железорудному месторождению сделаны следующие выводы. Породы отвала «Северный», характеризующиеся средней степенью загрязнения по СПЗ в котором основная доля приходится на элементы: $Cu_{18,6}$, $As_{4,6}$, $Zn_{4,6}$ по биотестированию нельзя отнести к объектам, обладающим общим биологическим влиянием (табл.2). Следует учесть, что по цитогенетическому анализу результат отрицательного воздействия положительный, так как в результате были обнаружены клетки с абберациями хромосом (с одиночными фрагментами, с двойными фрагментами, с хроматидными и с хромосомными обмeнами), а также клетки с гиперплоидным и с полиплоидным набором хромосом, значит, состав пород данных отходов небезопасен для человека.

Таблица 2. Содержание химических элементов (мг/кг) в породах отвалов «Северный», «Южный» и почвах [15]

Элементы	Отвалы				ПДК для почв	ОДК для почв	Фон для бурых почв	Кларк в земной коре
	«Северный»	Почва горизонт А	«Южный»	Почва горизонт А				
I класс опасности								
As	7,9	13,6	17,3	5,1	2	5		1,7
Cd	0,3	0,41	0,21	0,47		1	0,25	0,13
Hg	0,03	од	0,03	0,06	2,1			0,083
Se	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5				0,05
Pb	43,6	6,6	7,3	9,2	32	65	23	16
Pb ₆	173,8							
Zn	382,9	48,6	41,8	109		110	52	83
Zn ₆	1309,5				23			
F _B	4,38	1,1	3,0	1,6	10			
II класс опасности								
B	54,3	35,8	86,4	78,6				12
Co	3,2	3,6	7	7,6			12	18
Co ₆	0,51				5			
Ni	16,7	15,1	14,4	21,1		40	14	58
Ni ₆	2,4				4			
Mo	2	3	2,3	2			2	1,1
Sb	6,6		н.о.		4,5			0,5
Cr	75,9	77	35,7	98,2			54	83
Cr ₆	109,8				6			
Cu	874,4	15,7	392,3	34,7		66	13	47
Cu ₆	159,4				3			
III класс опасности								
Ba	24,6	144	49,8	137				650
V	53,3	50	50	50	150		80	90
W	20	н.о.	н.о.	н.о.				1,3
Mn	448	580	674	789	1500			1000
Sr	98,1	33,4	121,7	51,7				340
Радиоактивные элементы								
U	5,8		7,4					2,5
Th	3,2		1,3					13
Th/U	0,6		0,2					5,2

Породы отвалов «Южный», «Южный-1» и «Южный-2», первые два из которых характеризуются по СПЗ, как обладающие низкой степенью загрязнения с элементами загрязнителями As_{10,2}, Cu_{8,3}, B_{7,2} и B_{5,9}, As_{2,2}, Cd_{2,2}, а последний Se₂₃ – высокой (табл.3). По результатам биотестирования только состав «Южного-1» обладает токсическим действием для живых существ (по

инфузориям и дрозофилам). «Южный» токсичен для дрозофил. «Южный-2» по использованным биотестам – не токсичен.

Таблица 3. Содержание химических элементов (мг/кг) в породах отвалов «Южный-1», «Южный-2» и горизонтов почв А и СД [15]

Элементы	Отвалы				ПДК для почв	ОДК для почв	Фон для бурых почв	Кларк в земной коре
	«Южный-1»	Почва горизонт А	«Южный-2»	Почвы горизонт СД				
I класс опасности								
As	3,8	9,8	18,6	7,4		5		1,7
Cd	0,29	0,53	0,28	0,37		1	0,25	0,13
Hg	0,03	0,15	0,03	0,06	2,1			0,083
Se	< 0,5	< 0,5	1,15	0,5				0,05
Pb	4,2	7,9	3,1	6,5	32	65	23	16
Pb ₆		4,6	1,68					
Zn	21,5	71,6	35,5	67,9		110	52	83
Zn ₆			2,47		23			
F _в	2,4	1,1	2,5	0,9	10			
II класс опасности								
B	70,8	128	60,7	69,7				12
Co	4,6	3	9,9	6			12	18
Co ₆			н.о.		5			
Ni	8,6	28,6	9,1	15,3		40	14	58
Ni ₆			н.о.		4			
Mo	2	3	2	4			2	1,1
Sb	1,8		н.о.		4,5			0,5
Cr	25,5	55,2	59	52			54	83
Cr ₆								
Cu	31,2	232	168	16,8		66	13	47
Cu ₆			8		3			
III класс опасности								
Ba	125	520	106,6	220				650
V	50	74	66	50	150		80	90
W	н.о.	30	н.о.	н.о.				1,3
Mn	425	1600	558	670	1500		860	1000
Sr	134	29,1	82,95	25,8				340
Радиоактивные элементы								
U	4,8		н.о.					2,5
Th	2,6		1,8					13
Th/U	0,5							5,2

Материал хвостохранилища и шламоотстойника, который по СПЗ обладает высокой степенью загрязнения с преобладающими элементами: As₂₂, Cd_{3,8} и B_{29,2}, As_{22,2}, Co_{4,3} по биотест-методам однозначно опасен для

биологических объектов (по дрозофилам и клеткам крови человека). Золошлаковые отходы, которые по СПЗ обладают низкой степенью загрязнения ($As_{4,2}$, $Cr_{1,3}$) (табл.4), нельзя отнести к обладающим биологическим действием, но отрицательное влияние на культуру клеток крови человека зафиксировано. Оно выражается в появлении в количестве большем, чем в контроле клеток с аберрациями хромосом (с одиночными фрагментами, а также с хроматидными и хромосомными обменами).

Таблица 4. Содержание химических элементов (мг/кг) в промпродукте, шламе и горизонте почв А [15]

Элементы	Пром продукт	Шлам хвостохранилища	Почва горизонт А	ПДК для почв	ОДК для почв	Фон для бурых почв	Кларк в земной коре
I класс опасности							
As	12,4	37,45	23,5		5		1,7
Cd	0,18	0,495	0,42		1	0,25	0,13
Hg	0,03	0,03	0,11	2,1			0,083
Se	< 0,5	< 0,5	< 0,5				0,05
Pb	0,62	18	8,1	32	65	23	16
Pb _{п.ф.(б)}		4,6					
Zn	178	62	49,2		110	52	83
Zn _{п.ф.(б)}		3,94		23			
F _{п.ф.(в)}	9,5	14,6	6,3	10			
II класс опасности							
B	562	192	83				12
Co	72,4	46,8	5,7			12	18
Co _{п.ф.(б)}		0,42		5			
Ni	91,4	27,95	15,8		40	14	58
Ni _{п.ф.(б)}		1,26		4			
Mo	3	30	3			2	1Д
Sb	н.о.	н.о.		4,5			0,5
Cr	42,8	68,7	62			54	83
Cr _{п.ф.(б)}		76		6			*
Cu	50,2	63,95	24,6		66	13	47
Cu _{п.ф.(б)}		6,44		3			
III класс опасности							
Ba	5,4	138	192				650
V	169	82,5	50	150		80	90
W	н.о.	30	н.о.				1,3
Mn	1490	938,5	624	1500		860	1000
Mn _{п.ф.(б)}							
Sr	10,7	48,5	49,8				340
Радиоактивные элементы							
U	16	19					2,5

Th	н.о.	2,7					13
Th/U		0,1					5,2

Глава 4. Изучение отходов Тейского железорудного месторождения

4.1 Описание метода рентгеноструктурного анализа

Для изучения структуры вещества в кристаллическом состоянии наиболее широко применяются методы, использующие рентгеновское излучение. Схема эксперимента довольно проста: рентгеновское излучение направляется на объект и после взаимодействия с ним закономерно рассеивается. Рассеянное излучение регистрируется. Полученная информация о распределении интенсивности рассеянного излучения по углам рассеяния обрабатывается в соответствии с теорией рассеяния [16].

Целью рентгеноструктурного анализа является установление соответствия между атомной структурой исследуемого образца и пространственным распределением рентгеновского излучения, рассеянного образцом. Как известно, рентгеноструктурный анализ основан на том, что каждая индивидуальная структура дает только ей присущий дифракционный спектр.

Преимуществом рентгеноструктурного анализа является то, что без изменения состояния тела определяется вещество или его составляющие. Рентгеновским излучением исследуется сам кристалл, кроме того, если тело полиморфно, есть возможность определить отдельные модификации, характерные для данного вещества (сера ромбическая и моноклинная, CaCO_3 - кальцит или арагонит).

Для исследования требуется небольшое количество вещества, которое при проведении анализа не разрушается.

Для каждого кристаллического вещества характерна своя кристаллическая решетка, определенный химический состав и определенное распределение атомов в элементарной ячейке

Геометрия решетки определяет собой набор межплоскостных расстояний (следовательно, брэгговских углов φ при дифракции на заданном излучении).

Индивидуальность и распределение атомов определяются интенсивностью лучей, дифрагированных кристаллом. Для цели структурного анализа наиболее важной является взаимосвязь между интенсивностью дифракционных лучей и особенностями расположения атомов в кристалле. Т.о. дифракционная картина является как бы своеобразным «паспортом» химического соединения, по которому можно установить, какому из уже известных ранее соединений соответствует полученная рентгенограмма [35].

Порошковая рентгеновская дифрактометрия как метод исследования структуры кристаллических тел в настоящее время широко используется. Данный метод обеспечивает достаточно высокую точность и достоверность результатов [17].

В основе работы дифрактометра лежит получение одной или частичной рентгенограммы под углом между плоскостью образца и первичным пучком. Современные дифрактометры позволяют получать порошковую рентгенограмму в интервале углов от $6-8^\circ$ до $140-160^\circ$ с минимальным шагом $0,01-0,005^\circ$. Перед проведением съемки в кювету равномерно наносится порошок исследуемого вещества и прессуется [46].

В дифрактометре происходит последовательная регистрация дифракционной картины, а не одновременная, как в фотометод. Детектором фиксируется интенсивность дифракции в узком угловом интервале в каждый момент времени. Поэтому интенсивность первичного пучка должна быть стабильной во времени, а схема съемки - фокусирующей для увеличения интенсивности в каждой точке регистрации. Это обеспечивается наличием у дифрактометров высокостабилизированного источника питания рентгеновской трубки, точного гониометрического устройства и блоков электронной регистрации [35].

4.2 Минералогическая характеристика отходов

Методом рентгеноструктурного анализа было изучено 13 проб с месторождения: порода отвалов, материал шламоотстойника, промпродукт, материал хвостохранилища.

В процессе проведения разведочных работ или эксплуатации месторождения производится отбор специальных проб с целью определения содержания ценных элементов, либо для исследования вещественного состава руды и ее технологических свойств. В зависимости от назначения выделяют следующие пробы: химические, минералогические и технологические.

Минералогические пробы предназначены для определения химического и минералогического составов руды, форм проявления ценных элементов, распределения ценных минералов по крупности (или по классам), химического состава ценных и основных минералов и др. В зависимости от поставленной задачи минералогические образцы и минералогические пробы могут быть изучены с разной степенью детальности, т. е. могут исследоваться в них только отдельные свойства.

В ходе исследования проб хвостохранилища были получены следующие результаты: породообразующими минералами являются доломит, микроклин, иллит, кальцит, тальк, карлинит, кварц, клинохлор, мусковит (рис.11, 12).

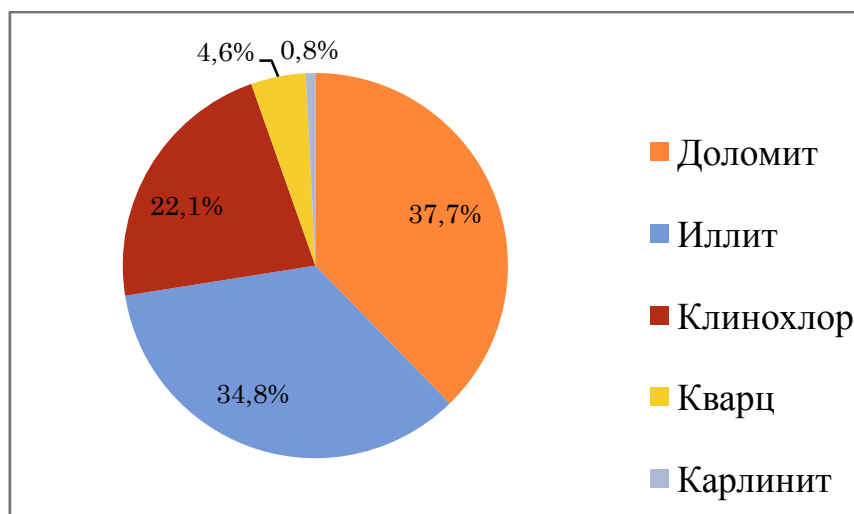


Рисунок 11. Минералогический состав пород хвостохранилища (№99121)

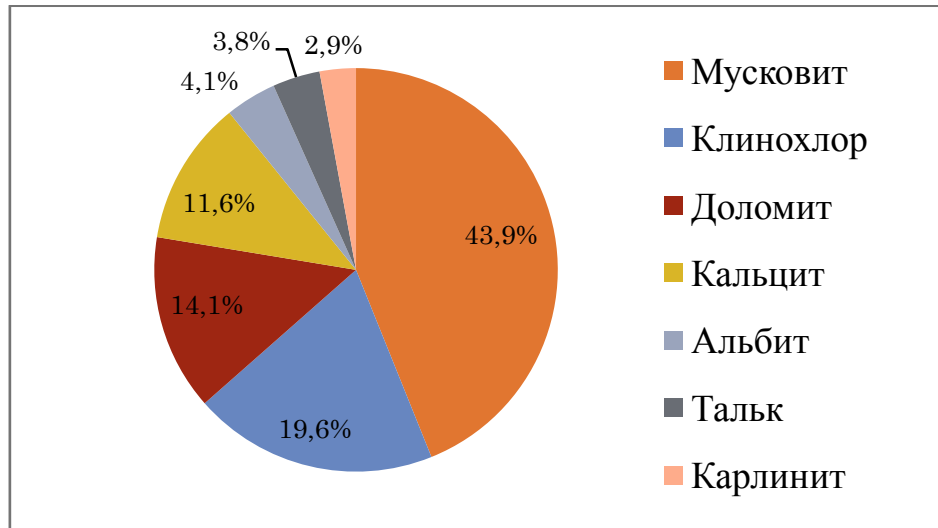


Рисунок 12. Минералогический состав пород хвостохранилища (№99122)

Для отвала «Южный-1» породообразующими минералами являются кальцит, микроклин, эпидот, кварц, клинохлор (рис.13).

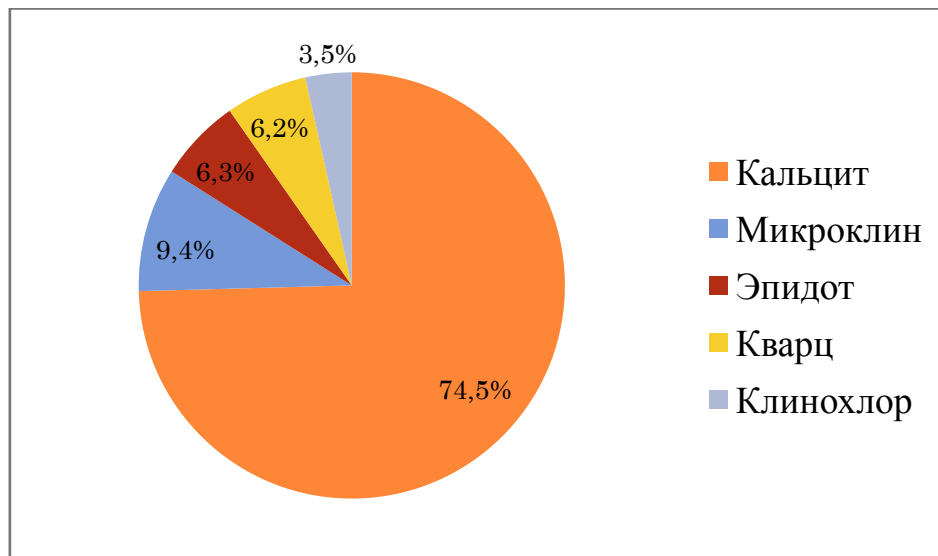


Рисунок 13. Минералогический состав пород отвала «Южный-1»

В пробе шламоотстойника обнаружены: микроклин - 25,9%, мусковит - 24,6%, кварц - 21,5%, клинохлор - 18%, альбит - 10% (рис.14).

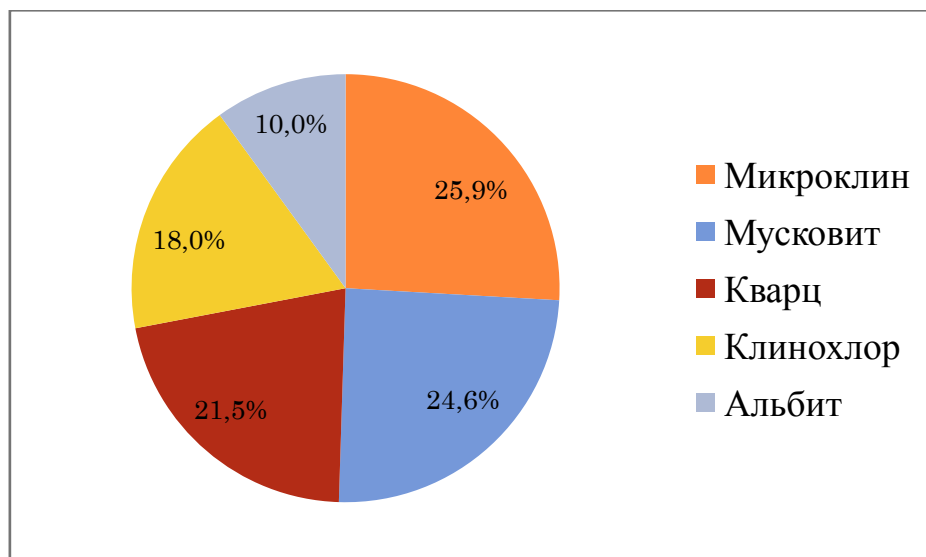


Рисунок 14. Минералогический состав материала шламоотстойника

В пробе промпродукта присутствуют: доломит – 23,3, магнетит – 17,6, клинохлор – 53,3, хризотил – 1,2, флогопит – 3,9, карлинит – 0,7 (рис.15).

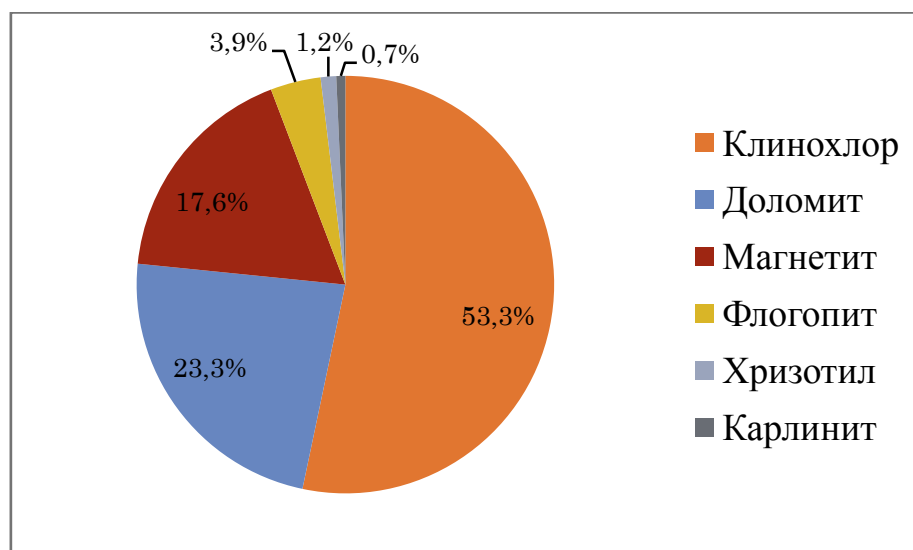


Рисунок 15. Минералогический состав промпродукта

В отвале «Южный-2» породообразующими минералами являются: кальцит, альбит, кварц, клинохлор, мусковит, хлорит (рис.16, 17).

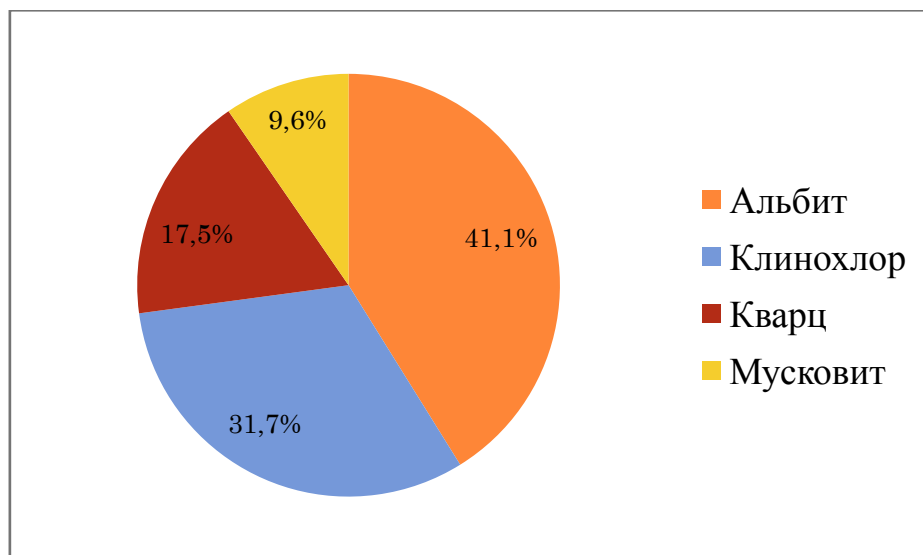


Рисунок 16. Минералогический состав пород отвала «Южный-2»

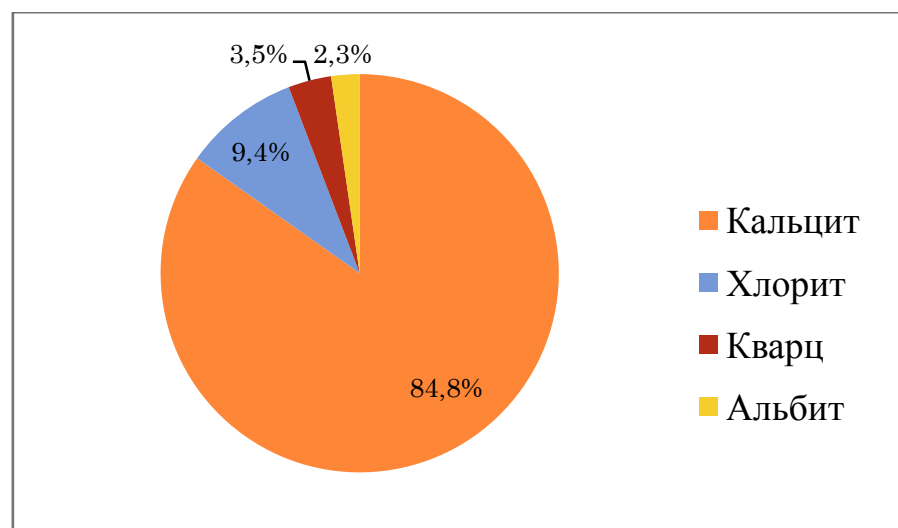


Рисунок 17. Минералогический состав пород отвала «Южный-2»

Для отвала «Северный» породообразующими минералами являются кальцит, доломит, микроклин, клинохлор, тальк (рис.18).

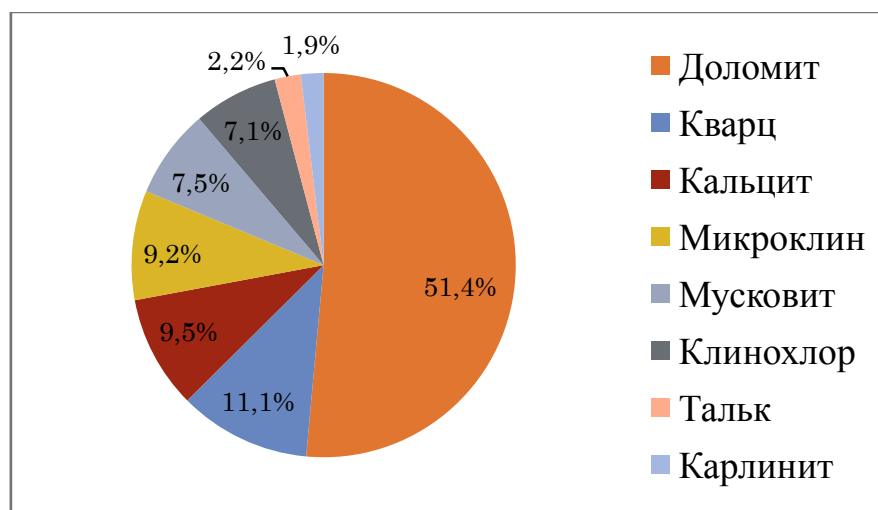


Рисунок 18. Минералогический состав пород отвала «Северный»

В пробах отвала «Южный» породообразующими минералами являются: доломит, кальцит, карлинит, кварц, клинохлор, флогопит, тальк (рис.19).

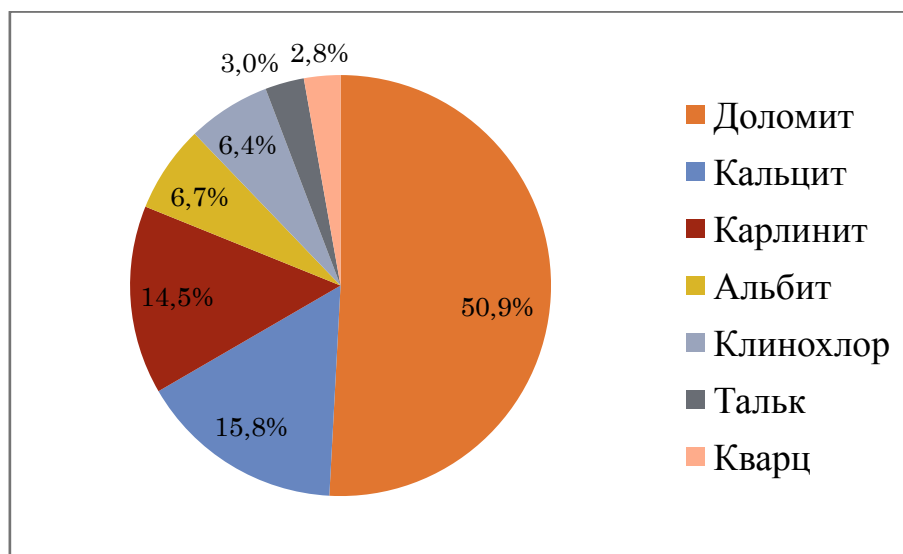


Рисунок 19. Минералогический состав пород отвала «Южный»

В результате были определены породообразующие минералы в составе отходов месторождения. Также можно сказать, что для каждого вида отходов характерен собственный минеральный состав.

Одной из причин изучения минерального состава является то, что в процессе складирования отходов в них могут протекать процессы выщелачивания. Так из рудовмещающих пород поступают значительные количества тяжелых металлов, алюминия, железа, марганца. Наиболее подвижными и, следовательно, опасными для природных систем являются медь, цинк, кадмий. В поверхностных водах и поровых растворах донных осадков содержание меди и цинка достигает 10-100 ПДК.

Из ранее проведенных исследований известно, что для хвостохранилищ характерна миграция следующих элементов: свинец, кадмий, кобальт, сурьма, висмут, ртуть, олово, ванадий, мышьяк. Выявлено, что подвижные формы вышеперечисленных элементов мигрируют по цепи отходы - почва – растительность – человек и провоцируют различные заболевания местного населения, проживающего в зонах влияния горнодобывающих предприятий [50].

Возрастание выноса рудных компонентов связано с интенсификацией процессов окисления рудных минералов, что обусловлено увеличением их реакционной способности при дроблении горной породы и доступа кислорода [2].

Кроме того, знание минерального состава позволяет не только оценивать негативное влияние отходов на окружающую среду, но и рассматривать их как перспективный источник ценных компонентов, кроме того, одним из перспективных направлений является использование отходов в качестве строительных материалов, что позволяет снизить себестоимость продукции, сэкономить капитальные вложения, материальные и трудовые затраты, способствовать интенсификации производства и охране окружающей среды, а также рациональному использованию природных ресурсов, например, отходы дробильно-обогачительных фабрик часто представляют собой нефракционированный щебень, пригодный для отсыпки, материалы хвостохранилищ позволяют предприятиям обеспечить дополнительную сырьевую базу [47, 48].

Таким образом, промышленные отходы горного производства представляют собой техногенные месторождения, перспективные для разработки, они обеспечивают увеличение запасов, а также способствуют сокращению затрат на обогащение основного компонента [49].

4.3 Изучение отходов методом биотестирования с использованием тест-объекта *Drosophila melanogaster*

Биотестирование – метод выявления и оценки действия факторов окружающей среды на организм, его отдельную функцию или систему организмов путем использования биологических объектов (тест-объектов), которые должны обладать максимальной чувствительностью к токсическим веществам. Данный метод широко используется для установления токсичности почв, грунтов, бытовых и промышленных отходов [19].

Дрозофиле, как объекту исследований принадлежит выдающаяся роль. Долгое время в медицине применяется методика биотестирования на данном

тест-объекте. *D. melanogaster* (или плодовая муха) - наиболее изученный объект, по которому можно определять влияние того или иного вещества на живые организмы. Как бы организм ни был защищен от воздействия окружающей среды, протекающие в нем химические процессы, связанные с обменом веществ, могут быть причиной спонтанной мутационной изменчивости.

Впервые в качестве объекта исследований *D. melanogaster* была использована в начале XX века. В 1909 году опыты были начаты Т.Г. Морганом, в 1910 – обнаружена первая спонтанная мутация.

На сегодняшний день дрозофила является генетически наиболее изученным объектом, у нее отмечено около тысячи генных мутаций, и множество хромосомных.

Дрозофила входит в состав стандартных батарей тестов для определения мутагенного действия различных классов химических веществ.

Тесты с использованием дрозофилы намного экономичнее, а по информативной ценности не уступают результатам на млекопитающих [20].

Для опыта были взяты линии дрозофил Yellow (y) и Singed (sn). У Yellow желтое тело и прямые щетинки, у Singed – тело серого цвета и опаленные щетинки (рис.20, 21).



Рисунок 20. Самец и самка линии yellow



Рисунок 21. Самец и самка линии *singed*

Метод исследования заключается в том, что дрозофилы помещаются в питательную среду, которая варится из растворенных в воде дрожжей, манной крупы, сахара и агар-агара, содержащую определенное количество изучаемого вещества (мутаген).

При температуре 25°C весь жизненный цикл дрозофилы составляет около 10 дней. Температура 20°C увеличивает период развития до 12-15 дней. Опыты по скрещивания проводятся при температуре 24-25°C. Для поддержания линий рекомендуемая температура около 20°C.

При проведении опытов по скрещиванию самцы находятся вместе с самками 4-5 суток. После этого во избежание перенаселения и искажения данных, родительское поколение удаляется из пробирок.

К числу органов (и признаков) дрозофилы, наиболее часто подверженных мутационным изменениям, относятся признаки глаз, крыльев, щетинок [21].

В ходе эксперимента было проведено биотестирование четырех проб: 99112 и 99113 – отвал «Северный»; 99114 и 99115 – отвал «Южный-2», а также поставлен контроль. Концентрация мутагена составляла 0,2%.

Всего было изучено 2804 мухи.

В ходе эксперимента осуществлялся ежедневный отбор мух и учет всех отклонений. В конце эксперимента оценивалось соотношение самцов и самок

в пробе по отношению к контролю, учитывались морфозы, также был рассчитан критерий соответствия фактического и ожидаемого результатов – критерий хи-квадрат.

Для оценки воздействия также оценивается количество мух, вылетевших из одного флакона. Для этого необходимо разделить число мух (2854) на количество флаконов (50). Таким образом, в среднем вылетело 56 мух в каждом флаконе. На сроки развития мутаген не повлиял, и в опыте, и в контроле мухи полетели на 10-й день.

В пробах 99112 и 99115 было обнаружено по 10 мух с морфозами, в пробе 99113 - 13 мух, в пробе 99114 – 12 мух, в контроле обнаружено 10 мух с морфозами. Все отклонения связаны либо с крыльями (помятые, отсутствует одно из крыльев) (рис.22), либо с щетинками.



Рисунок 22. Самка *Drosophila melanogaster* (гибрид F1). Помятое крыло

При анализе результатов скрещивания организмов почти всегда возникает проблема, когда фактический результат отличается от ожидаемого. Поэтому возникает необходимость оценки степени соответствия фактических данных теоретически ожидаемым. Это достигается путем вычисления критерия соответствия χ^2 и сравнением полученной величины с табличным значением (с учетом числа степеней свободы). Критерий является положительной величиной и изменяется от нуля до бесконечности. Если

$\chi^2=0$, то наблюдается полное соответствие фактического результата ожидаемому. С увеличением разницы между ожидаемыми и теоретическими значениями возрастает и величина χ^2 , и при превышении определенного табличного значения различия между фактическим и ожидаемым результатом будут достоверными [22].

Расчет выполняется по формуле: $\chi^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E}$; где О – фактически наблюдаемая величина, Е – теоретически ожидаемое значение. В нашем случае выполняется расчет для соотношения полов, а значит χ^2 имеет только одну степень свободы и табличное значение, равное 3,84. За теоретически ожидаемое бралось соотношение полов 50/50%, т.к. оно считается оптимальным (допустимо 5%-е отклонение) в каждой пробе и контроле, фактические значения представлены в таблицах 5, 6.

Таблица 5. Соотношение полов в пробах и контроле (количество особей)

Пол \ №	99112	99113	99114	99115	Контроль
Самцы	378	392	169	73	181
Самки	481	543	268	108	211

Таблица 6. Соотношение полов в пробах и контроле (в процентах)

Пол \ №	99112	99113	99114	99115	Контроль
Самцы	44	41,9	38,7	40,3	46
Самки	56	58,1	61,3	59,7	54

В ходе эксперимента были получены следующие результаты:

- 1) 99112 – отвал «Северный»

$$\chi^2 = \frac{(378-425)^2}{425} + \frac{(481-425)^2}{425} = 5,2 + 7,38 = 12,58$$

- 2) 99113 – отвал «Северный»

$$\chi^2 = \frac{(392+467)^2}{467} + \frac{(543-467)^2}{467} = 12,05 + 12,37 = 24,42$$

- 3) 99114 – отвал «Южный-2»

$$\chi^2 = \frac{(169-218,5)^2}{219} + \frac{(268-218,5)^2}{218,5} = 11,21 + 11,21 = 22,42$$

4) 99115 – отвал «Южный-2»

$$\chi^2 = \frac{(73-90,5)^2}{90,5} + \frac{(108-90,5)^2}{90,5} = 3,21 + 3,6 = 6,81$$

Полученные данные говорят, что фактический и ожидаемый результат сильно отличаются друг от друга, что можно связать с влиянием проб, добавленных в питательную среду.

5) Контроль

$$\chi^2 = \frac{(181-196)^2}{196} + \frac{(211-196)^2}{196} = 1,14 + 1,14 = 2,28$$

Фактический результат по контрольной пробе в допустимых пределах отличается от ожидаемого, табличное значение χ^2 в нашем случае составляет 3,84. Фактическое значение подтверждает правильность результатов.

В целом, можно сказать, что все изученные пробы оказали токсическое воздействие, выраженное в непропорциональном соотношении полов.

4.4 Изучение отходов методом биотестирования с использованием тест-объекта *Chlorella vulgaris* Beijer

Водоросли *Chlorella* являются очень удобными объектами для решения ряда общебиологических проблем и некоторых задач практического характера.

Вид *Chlorella vulgaris* Beijer является относительно хорошо изученным и полно охарактеризованным. Относятся к числу наиболее просто организованных одноклеточных зеленых водорослей. Характеризуются очень мелким размером клеток – не более - 10-12 мкм. Являются широко распространенными: обитают в водоемах разного цикла: постоянных и временных, пресных и соленых, в почвах, наземных субстратах [23].

Для опыта предварительно готовится водная вытяжка из отходов, исходя из соотношения «твёрдая фаза : жидкость», равным 1:10. В качестве жидкости используется дистиллированная вода.

Проба тщательно перемешивается на магнитной мешалке в течение 7-8 часов таким образом, чтобы твердое вещество находилось во взвешенном

состоянии.затем отстаивается в холодильнике в течение 12-18 часов, затем фильтруется до прозрачного состояния через фильтр «белая лента».

Далее из полученной вытяжки готовятся разбавления. Пробы анализируются в 100, 33, 11, 3,7 и 1,2%-ные концентрации (ряд разбавлений кратный трём).

Далее рассаживается тест-культура, выращенная на 50% среде Тамия. Культура вносится по 2 мл в 6 стаканов с 48 мл контрольной и тестируемой пробами. Содержимое каждого стакана разливается по 6 мл во флаконы-реакторы (по 4 флакона на каждый вариант тестируемой пробы). Все флаконы помещаются в культиватор KBM-05 на 22 часа. Далее флаконы поочередно устанавливаются в измеритель ИПС-03 и замеряется оптическая плотность культуры (рис.23,24).



Рисунок 23. Чистая культура *Chlorella vulgaris* Beijer

О степени острого токсического воздействия судят по разнице величины оптической плотности в контроле и опыте после 22 часов выращивания. Рассчитывается среднее значение оптической плотности, затем рассчитывается величина токсической кратности разбавления в случае 20% подавления роста, либо если превышен критерий токсичности в виде 30% стимулирования роста [36].



Рисунок 24. Измеритель оптической плотности ИПС-03

В ходе эксперимента были получены следующие результаты (табл. 7,8):

Таблица 7. Результаты биотестирования породы отвала «Северный», шламоотстойника и хвостохранилища

№ п/п	Номер пробы	Величина токсической кратности разбавлений	Повторяемость г*, %	Качество воды	Результат токсикологического анализа
1	Т-171-1 (Отвал Северный, Тейское железорудное м-е)	6	24	Среднетоксичная	наличие
2	Т-171-2 (шламоотстойник, Тейское железорудное м-е)	2	13	Слаботоксичная	наличие
3	Т-171-3 (хвостохранилище, Тейское железорудное м-е)	6	17	Среднетоксичная	наличие

Таблица 8. Результаты биотестирования породы отвалов «Южный», «Южный-2» и пробы промпродукта

№ п/п	Номер пробы	Величина токсической кратности разбавлений	Повторяемость г*, %	Качество воды	Результат токсикологического анализа
-------	-------------	--	---------------------	---------------	--------------------------------------

1	Т-169-1 (Отвал Южный, Тейское железо- рудное м-е)	11	11	Токсичная	наличие
2	Т-169-2 (Отвал Южный-2)	2,4	11	Слаботоксичная	наличие
3	Т-169-3 (Промпродукт)	2,2	15	Слаботоксичная	наличие

*- (г) относительное значение допускаемого расхождения между четырьмя результатами параллельных определений.

Как видно из результатов, все изученные пробы оказали токсический эффект на водоросль. Наиболее токсичными оказались пробы отвалов «Южный» и «Южный», а также проба хвостохранилища, наименьшее воздействие оказали пробы отвала «Южный-2», шламоотстойника, а также промпродукт.

4.5 Комплексная оценка опасности отходов

В настоящее время не существует универсальной методики оценки опасности отходов предприятий горнодобывающей промышленности для окружающей среды, а существующие нормативные документы (Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей среды) не позволяют в полной мере оценить степень опасности отходов. В соответствии с данными документами была дана оценка опасности отходов Тейского железорудного месторождения (табл. 9), по результатам которой отходы были охарактеризованы как малоопасные и практически неопасные. В соответствии с Критериями было проведено биотестирование с применением четырёх тест-объектов: рачки *Daphnia magna* Straus, инфузории *Paramecium caudatum*, мушки *Drosophila melanogaster* и культура клеток крови человека (цитогенетический анализ) [15].

Таблица 9. Оценка опасности отходов горнодобывающих предприятий по критериям [15]

Вид пробы		Показатель степени опасности отхода для окружающей природной среды
Породы отвалов	«Северный»	6,49
	«Южный»	3,49
	«Южный-1»	1,5

	«Южный-2»	2,72
Шлам хвостохранилища		4,23
Шлам отстойника		4,08
Согласно градации нормативных документов		$K \leq 10$, V класс – практически неопасные

Стоит отметить, что для результатов анализа на инфузориях: допустимая токсичность приравнена к ее отсутствию, а умеренная – к наличию. Остальных степеней опасности не было зафиксировано. В пробах хвостохранилища Тейского железорудного месторождения в соответствии с базовой методикой степень токсичности допустимая и умеренная, тогда как по результатам методики ТПУ обе пробы характеризуются допустимой степенью, в окончательном варианте принимается допустимая степень токсичности. Для инфузорий опасны пробы с отвала «Южный-1».

По результатам биотестирования на *Daphnia magna* Straus, установлено, что водные вытяжки острой токсичностью не обладает [15].

По результатам анализа с использованием клеток крови отмечено отрицательное биологическое влияние пород отвала «Северный», материала шламоохранилища, шламоотстойника (табл.10).

В ходе выполнения работы были дополнены результаты биотестирования, проведенные ранее, повторно проведено биотестирование проб отвалов «Северный» и «Южный-2» на тест-объекте *Drosophila melanogaster*, также проведено биотестирование проб отходов на водоросли *Chlorella vulgaris* Beijer. Было установлено, что изученные пробы оказали токсическое влияние на оба тест-объекта (табл.11).

Таблица 10. Результаты биотестирования проб отходов[15](с добавлениями автора)

Предприятие	Вид пробы	Тест-объекты				
		1	2	3	4	5
АООТ «Тейское рудоуправление»	Породы отвалов	«Северный»				
		«Южный»		н.о		н.о.

		«Южный-1»	н.о.				н.о.
		«Южный-2»			н.о.		н.о.
	Шлам хвостохранилища						
	Шлам отстойника						

Примечание: 1 – *Chlorella vulgaris* Beijer, 2 - *Daphnia magna* Straus, 3 - *Paramecium caudatum*, 4 - *Drosophila melanogaster*, 5 – клетки крови

	наличие биологического влияния
	отсутствие биологического влияния
н.о.	не определялось

На объектах *Chlorella vulgaris* Beijer, *Daphnia magna* Straus и *Paramecium caudatum* проводилось биотестирование жидкой фазы отходов, в то время как на *Drosophila melanogaster* тестировалась твердая фаза.

Сравнивая результаты, можно предположить, что из проб, представляющих собой водную вытяжку, водоросль *Chlorella* является более чувствительным объектом для данных компонентов и быстрее реагирует на их присутствие в среде. Либо компоненты преобразуются в подвижные формы, оказывающие более сильный токсический эффект. А использование в качестве тест-объекта мушки *Drosophila melanogaster* подтверждает, что изучаемый материал характеризуется наличием токсического эффекта для всех проб.

Глава 5. Социальная ответственность при изучении отходов железорудного месторождения

Данный раздел посвящен социальной ответственности при изучении минерального состава отходов Тейского железорудного месторождения Республики Хакасия.

Социальная ответственность или корпоративная социальная ответственность - ответственность перед людьми и данными им обещаниями, когда организация учитывает интересы коллектива и общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на заказчиков, поставщиков, работников, акционеров [26].

Задача работы состоит в определении минерального состава при помощи дифрактометра Bruker D2 Phaser, имеющего минимальные значения рентгеновского излучения вблизи прибора, т.е. полная его безопасность и отсутствие необходимости ставить помещение на специальный радиационный контроль, а также в проведении биотестирования на *Drosophila melanogaster*, связанного с использованием электроприборов и диэтилового эфира. Сбор и анализ информации осуществляется с помощью ЭВМ.

Основные работы проводятся в 2 помещениях (лабораторном и камеральном) в 20 корпусе ТПУ: на 4 и 5 этажах на кафедре геоэкологии и геохимии.

Размер первой аудитории: длина – 9,3 м, ширина – 5,58 м, высота – 3,5 м. В помещении имеется 16 рабочих мест, включающих в себя компьютерный стол и стационарный компьютер с монитором LG. Аудитория имеет как естественное освещение (окна), так и искусственное (лампы), также действует система принудительной вентиляции.

Размер второй аудитории: длина – 7 м, ширина – 5 метров, высота – 3,5 м. В помещении имеется 10 рабочих мест, включающих в себя компьютерный стол и стационарный компьютер с монитором Samsung.

Обе аудитории имеют как естественное освещение (окна), так и искусственное (лампы).

Данный раздел посвящен безопасности на лабораторном и камеральном этапах.

5.1 Профессиональная социальная безопасность

Проведенные работы сопровождаются как вредными, так и опасными факторами.

Все вредные и опасные факторы при лабораторных и камеральных работах указаны в таблице 11 [27].

Таблица 11. Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении лабораторных и камеральных работ

Этап работ	Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003 – 74)		Нормативные документы
		Опасные	Вредные	
Лабораторный и камеральный	Изучение проб при помощи дифрактометра; биотестирование с использованием диэтилового эфира Сбор, изучение, анализ имеющихся материалов; камеральная обработка данных с помощью ЭВМ (процессор: Intel(R) Core(TM) i5-3230M CPU 2,60 GHz) с монитором Samsung Sync Master 713N с диагональю 17 дюймов.	1.Электрический ток 2.Пожарная опасность	1. Отклонение показателей микроклимата в помещении 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны 3.Степень нервно-эмоционального напряжения 4. Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу	1. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ [27] 2. ГОСТ Р 12.1.019-2009 [28] 3. 123-ФЗ [29] 4. СанПиН 2.2.4.548-96[30] 5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03[31] 6. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [32]

5.2 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению

1) Электрический ток. Электрические установки (компьютер, принтер, холодильник, настольные лампы, розетки, провода и др.) представляют для человека большую потенциальную опасность, которая усугубляется тем, что органы чувств человека не могут на расстоянии обнаружить наличие электрического напряжения на оборудовании. Проходя через тело человека, электрический ток парализует нервную систему, что в частных случаях приводит к смертельному исходу.

Проходя через организм человека, электрический ток оказывает:

- термическое действие (ожоги, нагрев до высоких температур внутренних органов);
- электролитическое действие (разложение органических жидкостей тела и нарушение их состава);
- биологическое действие (раздражение и возбуждение живых тканей организма, что сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц).

Основное и вредное воздействие на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляется в виде электротравм и профессиональных заболеваний.

Поражение электрическим током или электрической дугой может произойти в случае, если произошло прикосновение к токоведущим частям установки или ошибочным действием выполнения работ или прикосновением к двум точкам земли, имеющим разные потенциалы и др.

В зависимости от величины напряжения тока происходит преимущественное поражение органов дыхания или кровообращения. Международной нормой безопасного напряжения, так называемого сниженного напряжения, является разность потенциалов в 24 В. Смертельные исходы возможны уже при напряжении в 40 В. Токи высокого напряжения — свыше 3000 В, менее опасны и редко приводят к смертельному исходу. Это объясняется тем, что при высоких напряжениях

между телом и электродом возникает эффект вспышки электрической дуги и большая часть электрической энергии превращается в тепловую, вызывая местные поражения в виде ожогов. Наиболее часты смертельные исходы при действии тока напряжением от 100 до 1500 В.

Важное значение в развитии поражения электричеством имеет величина тока; воздействие тока силой в 100 мА в преобладающем большинстве случаев является смертельным.

Электрические установки, к которым относится практически все оборудование ЭВМ, представляют для человека большую потенциальную опасность, так как в процессе эксплуатации оборудования человек может коснуться частей, находящихся под напряжением.

Аудитории, где проводятся работы, относятся к помещениям без повышенной опасности поражения электрическим током (относительная влажность воздуха – не более 75 %, температура воздуха +25С°, помещение с небольшим количеством металлических предметов, конструкций) [28].

Все металлические корпуса, а также основания приборов и электроустановок должны быть заземлены медным проводом сечением не менее 30 мм. Омическое сопротивление заземления не должно превышать 4 Ом. Все гибкие питающие кабели должны иметь исправную и надежную изоляцию.

Защита от электрического тока подразделяется:

- защита от прикосновения к токоведущим частям электроустановок (изоляция проводов, ограждения, блокировка, пониженные напряжения, сигнализация, знаки безопасности и плакаты);
- защиты от поражения электрическим током на электроустановке (защитное заземление, защитное отключение, молниезащита).

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [32], помещения, где размещаются рабочие места с ПЭВМ, должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации. Не следует размещать рабочие места с ПЭВМ вблизи

силовых кабелей и вводов, высоковольтных трансформаторов, технологического оборудования, создающего помехи в работе ПЭВМ.

К работе в электроустановках должны допускаться лица, прошедшие инструктаж и обучение безопасным методам труда, проверку знаний правил безопасности и инструкций в соответствии с занимаемой должностью применительно к выполняемой работе с присвоением соответствующей квалификационной группы по технике безопасности и не имеющие медицинских противопоказаний [28].

2) Пожарная опасность. Основными источниками пожарной опасности являются электроприборы. При протекании по проводам, кабелям ЭВМ электрического тока выделяется значительное количество теплоты, что может привести к повышению температуры отдельных участков до 70-100°C. При повышении температуры отдельных участков возможно оплавление изоляционных проводов, которое ведет к искрению, замыканию.

В зданиях должны быть предусмотрены конструктивные, объемно-планировочные и инженерно-технические решения, которые обеспечивают в случае пожара:

- возможность эвакуации людей вне зависимости от возраста и физического состояния сначала на прилегающую к зданию территорию до наступления угрозы их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара;
- возможность спасения людей;
- возможность доступа пожарных подразделений и подачи средств пожаротушения к очагу пожара, а также проведения мероприятий по спасению людей и их жизни и материальных ценностей;
- нераспространение пожара на рядом расположенные здания, в том числе при обрушении горящего здания [29].

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

- конструктивные и объёмно-планировочные решения, препятствующие распространению опасных факторов пожара по помещению;
- ограничения пожарной опасности строительных материалов используемых в поверхностных слоях конструкции здания, в том числе кровель, отделок и облицовок фасадов, помещений и путей эвакуации;
- снижение технологической взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий;
- наличие первичных, в том числе автоматических и привозных средств пожаротушения;
- сигнализация и оповещение о пожаре.
- В исследуемом помещении обеспечены следующие средства противопожарной защиты:
- «План эвакуации людей при пожаре»;
- для локализации небольших загораний оба помещения оснащены углекислотными огнетушителями (ОУ-8 в количестве 2 шт. в каждой аудитории);
- установлена система автоматической противопожарной сигнализации (датчики-сигнализаторы типа ДТП) [29].

5.3 Анализ вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению

1. Отклонение показателей микроклимата в помещении. Одним из необходимых условий нормальной жизнедеятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий в помещениях, оказывающих существенное влияние на тепловое самочувствие человека и, следовательно, на его работоспособность.

В рабочей зоне производственного помещения должны быть установлены оптимальные микроклиматические параметры, указанные в таблице 12.

Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования и осветительных приборов на рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м^2 при облучении 50% поверхности тела и более, 70 Вт/м^2 - при величине облучаемой поверхности от 25 до 50% и 100 Вт/м^2 - при облучении не более 25% поверхности тела [30].

Таблица 12. *Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах производственных помещений [30]*

Период года	Категория работ	Температура воздуха $^{\circ}\text{C}$, не более	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	легкая 1а	22 -24	40 -60	0,1
Теплый	легкая 1а	23 – 25	40 -60	0,1

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата должны быть использованы защитные мероприятия: системы местного кондиционирования воздуха, воздушное душирование, компенсация неблагоприятного воздействия одного параметра микроклимата изменением другого, спецодежда и другие средства индивидуальной защиты, перерывы в работе [5].

2. Недостаточная освещенность рабочей зоны. Правильно освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое воздействие на работающих, способствует повышению производительности труда.

Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное и искусственное освещение.

Коэффициент естественной освещенности равен:

$$KEO=(E_n/E_m)*100\%,$$

где E_n – освещенность (измеренная) на рабочем месте, лк;

E_m – освещенность на улице (при среднем состоянии облачности), лк.

Обеспечивается коэффициент естественного освещения (КЕО) не ниже 1,5%.

Гигиенические требования к освещению данных помещений показаны в таблице 13 (согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [31]).

Требования к освещению помещений с ПЭВМ изложены в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [32],

Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп. Для защиты от избыточной яркости окон могут быть применены занавеси, шторы [32].

Таблица 13– Нормируемые параметры естественного и искусственного освещения в помещении лаборатории и помещении с ПЭВМ [32]

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г – горизонтальная, В – вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение		
		КЕО e_n , %		КЕО e_n , %		Освещенность, лк		
		при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при комбинированном освещении		при общем освещении
						всего	от общего	
Помещения для работы с ЭВМ	Г-0,8 Экран монитора: В-1,2	3,5 -	1,2 -	2,1 -	0,7 -	500 -	300 -	400 200
Лаборатории	Г-0,8	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400

Расчет освещенности произведем методом коэффициента использования светового потока, который применяется для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей при светильниках любого типа.

$$\Phi = \frac{E \times S \times z \times k}{N \times \eta}$$

Цель расчета освещенности заключается в том, чтобы узнать, какое количество ламп необходимо для обеспечения освещенности помещения – найти величину N.

$$N = \frac{E \times S \times z \times k}{\Phi \times \eta}$$

где E – заданная минимальная освещённость, лк; S – площадь помещения, м²; N – число светильников; η - коэффициент использования; $z = E_{\text{ср}}/E_{\text{мин}}$ – характеризует неравномерность освещения; Φ – световой поток, лм; k – коэффициент запаса, учитывающий уменьшение светового потока лампы вследствие ее старения, запыленности и т.д.

Допустимая освещенность при общем освещении составляет $E=300$ лк, высота рабочей поверхности составляет $h_p=0,8$ м [32].

В аудиториях используются системы общего освещения.

Размеры первой аудитории:

длина $A = 9,3$ м, ширина $B = 5,58$ м, высота $H = 3,5$ м.

Светильники размещены в три ряда по пять светильников в ряду. Тип светильников - ЛВО 4×18 мощностью 71,5 Вт, длиной 0,6 м, световой поток составляет $\Phi=3500$ лм. Для люминесцентных ламп: $z = 1,1$; $k = 1,5$.

Высота лампы над рабочей поверхностью составит: $h=H-h_p=3,5$ м-
 $0,8$ м= $2,7$ м.

Чтобы определить параметр η следует найти индекс помещения i :

$$i = \frac{A \times B}{h \times (A+B)} = \frac{9,3 \times 5,58}{2,7 \times (9,3+5,58)} = 1,29,$$

где A и B – длина и ширина помещения; h – высота над рабочей поверхностью.

Коэффициенты отражения поверхностей для обоих помещений: R потолка=0,5, R стен=0,5, при таких данных коэффициент использования $\eta=60\%$.

Рассчитаем количество светильников:

$$N = \frac{E \times S \times z \times k}{\Phi \times \eta}$$
$$N = \frac{300 \times 51,89 \times 1,1 \times 1,5}{3500 \times 0,6} = 12,2 \text{ шт}$$

Для обеспечения необходимого уровня освещенности требуется минимум 12 светильников. В аудитории 15 светильников, следовательно, достаточный уровень освещенности (рис.25).

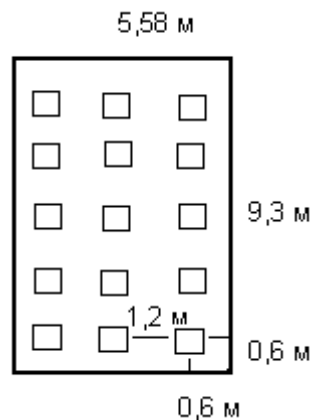


Рисунок 25. Схема расположения светильников в камеральном помещении

5.3 Безопасность в чрезвычайной ситуации

Одним из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС является пожар на рабочем месте. Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов.

Федеральным законом от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ утвержден «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [4].

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

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

В связи с использованием диэтилового эфира в помещении, его следует относить к категории Б – пожароопасные, в которых горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28°C, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа

В исследуемом помещении обеспечены средства противопожарной защиты:

«План эвакуации людей при пожаре»;

Для отвода избыточной теплоты от ЭВМ служат системы вентиляции;

Для локализации небольших загораний помещение оснащено углекислотными огнетушителями (ОУ-8 в количестве 2 шт); Установлена система автоматической противопожарной сигнализации (датчик-сигнализатор типа ДТП).

Глава 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

6.1 Техничко-экономическое обоснование

Техничко- экономическое обоснование работ проводится с целью определения трудовых и денежных затрат на исследовательские работы.

Целью работы является изучение минерального состава отходов и промпродукта «АООТ Тейское рудоуправление» Республики Хакасия, а также оценка их опасности методом биотестирования для дальнейшей оценки комплексного использования отходов.

Лабораторные работы по определению геохимической характеристики были проведены ранее, при исследовании вскрышных пород, золошлаковых отходов, пород отвалов, хвостохранилища, промпродукта, шлама, сотрудниками кафедры геоэкологии и геохимии Национального исследовательского Томского политехнического университета.

Все отобранные пробы анализировались в лабораториях, имеющих сертификат и работающих по аттестованным методикам.

Минеральный состав определялся методом рентгеноструктурного анализа с использованием дифрактометра «Bruker D2 Phaser». Исследования проводились на кафедре геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета в лаборатории электронно-оптической диагностики МИНОЦ «Урановая геология».

Биотестирование выполняется в аккредитованных и аттестованных лабораториях.

Камеральная обработка данных заключается в сборе и систематизировании полученных данных об исследуемой территории.

1) Лабораторный этап работ: подготовка к изучению проб, включающая в себя просеивание проб через сита, измельчение на виброистирателе, упаковка проб в бумажные конвертики; далее следует подготовка к рентгеноструктурному анализу, заключающаяся в формировании проб в

«таблетки» для изучения минералогического состава на рентгеновском дифрактометре на кафедре геоэкологии и геохимии Национального исследовательского Томского политехнического университета, результаты анализа представляются в виде рентгенограммы.

2) Камеральный этап: сбор и анализ информации об объекте и районе его расположения, обработка данных полевых и лабораторных исследований, расшифровка рентгенограмм, получение информации и породообразующих минералах в отходах, обработка результатов биотестирования, делается вывод от наличия/отсутствии острого токсического действия.

После этого осуществляется систематизация данных, оформляется общий отчет.

Виды работ приведены в таблице 14.

Таблица 14. Виды и объемы работ

Лабораторные исследования				
Виды работ	Ед. изм.	Ко л- во	Цель	Оборудование
Рентгеноструктурный анализ	Проба	13	Изучение минералогического состава отходов.	Рентгеновский дифрактометр Bruker D2 Phaser, компьютер
Камеральные работы с использованием ЭВМ	Проба	13	Обработка полученных данных	Компьютер

6.2 Расчет затрат времени на рентгеноструктурный анализ

Для расчета затрат времени и труда использовались нормы, изложенные в ССН-93 выпуск 7 «Лабораторные исследования полезных ископаемых и горных пород» таблица 29 [23]. Из справочника берутся следующие данные:

- норма времени, выраженная на единицу продукции;
- коэффициент к норме.

Расчет затрат времени выполняется по формуле:

$N = Q \times N_{вр} \times K$, где:

N-затраты времени;

Q-объем работ;

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

K- коэффициент за ненормализованные условия;

Затраты времени приведены в таблице 15.

Таблица 15. Затраты времени на выполнение рентгеноструктурного анализа

№ п/п	Наименование этапа анализа, операции	Норма времени	Количес тво проб	Затрат ы времени
1	Подготовка порошкового препарата, растирка со спиртом	0,50	13	6,5
2	Получение дифрактограммы для качественного фазового анализа в одном интервале узлов	0,21	13	2,73
3	Точная идентификация (диагностика) минералов по рентгенометрическому определению в зависимости от групп их сложности: 3 группа	3,40	13	44,2
			Итого	53,43
№ п/п	Наименование этапа анализа, операции	Норма времени	Количес тво проб	Затрат ы времени

В таблице 16 дана группа сложности выполняемых работ.

Таблица 16. Классификация минералов по сложности их определения с помощью рентгенометрического определителя, рассчитанных дебаеграмм и дифрактограмм

Группа сложности	Классы и группы сложности
------------------	---------------------------

III	Минералы более сложные с изоморфными замещениями, метамиктные минералы и смешанослойные образования глин, дебаеграммы которых отличаются от эталонных (приведенных в рентгенометрических определителях).
-----	--

6.3 Перечень и нормы расхода материалов на рентгеноструктурный анализ

Перечень расхода материалов используемых при рентгеноструктурном методе, нормы расхода представлены в таблице 3. Используются нормы из ССН-93 выпуск 7 «Лабораторные исследования полезных ископаемых и горных пород» (табл.17).

Таблица 17. Перечень и нормы расхода лабораторной посуды, реактивов и материалов, применяемых при производстве рентгеноструктурного анализа

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Цена, руб	Норма расхода	Сумма, руб
1	Бланки для выписывания результатов анализа	шт.	6*2	100,0	1200
2	Вата медицинская гигроскопическая	кг	0,1*50	1,0	5
3	Материалы для оформления результатов анализа (журнал, бумага, тушь, чернила и др.)	руб.	66,5	45,0	2992,5
4	Пинцет медицинский	шт.	102	1,0	102

6.4 Расчет амортизации

Годовая амортизация рассчитывается по формуле для расчета списания стоимости по сумме числа лет срока полезного использования:

$A = \text{Первоначальная стоимость ОС} * \text{число лет, оставшихся до конца срока полезного использования} / \text{сумма чисел лет срока полезного использования}$

6.5 Общая стоимость лабораторных анализов

В таблице 18 приведены расценки на проведенные лабораторные испытания и подсчитана общая стоимость всех проведенных методов.

Таким образом, стоимость проведенных анализов составляет 24,4 тысяч рублей.

Таблица 18. Стоимость работ

№	Вид работ	Определение	Метод	Объем		Стоимость единицы работ	Затраты материалов	Общая стоимость работ
				Ед. изм	Количество			
1	Лабораторные	Минеральный состав	Рентгеноструктурный анализ	проба	13	1500		19500
		Биотестирование	биотестирование на <i>Drosophila melanogaster</i>		5	700		3500
		биотестирование на <i>Chlorella Vulgaris Beijer</i>	6		400		2400	
Итого						2400		25400

Таким образом, затраты на проведение исследований составят 25400 рублей.

Заключение

В результате проделанной работы был изучен минеральный состав и проведено биотестирование проб отходов Тейского железорудного месторождения.

По результатам проведенного рентгеноструктурного анализа 13 проб отходов были определены основные (породообразующие минералы):

- 1) Для пород отвалов этими минералами являются кальцит, доломит, кварц, клинохлор, микроклин, тальк.
- 2) Для хвостохранилища: доломит, мусковит, клинохлор, кварц, карлинит, кальцит.
- 3) Для шламоотстойника: микроклин, мусковит, кварц, клинохлор, альбит.
- 4) Для промпродукта: клинохлор, доломит, магнетит, флогопит, хризотил, карлинит

В целом, основные минералы относятся к группам карбонатов, кварца и алюмосиликатов. Изучение минерального состава необходимо не только для решения вопроса о дальнейшем использовании или утилизации отходов, но и оценки их возможного негативного влияния на окружающую среду.

Складирование отходов представляет собой значительную угрозу окружающей среде. Наибольшая опасность исходит от хвостохранилищ и отстойников. При прекращении поступления в хвостохранилище свежих хвостов, механизмы химических процессов значительно изменяется. В первую очередь перестают поступать щелочные агенты. За счет продолжающихся процессов окисления происходит снижение pH поровых вод с 8-10 до 5-7, что в свою очередь приводит к растворению солеобразных минеральных образований и увеличению содержания катионов металлов и анионов кислотных остатков в выводимых из хвостохранилища стоков. При постепенном снижении щелочности, в первую очередь происходит растворение карбонатов кальция и магния [51].

Результаты проведенного биотестирования говорят о том, что несмотря на отнесение отходов к классу малоопасных и практически неопасных, они оказывают негативное влияние.

На тест-объекте *Drosophila melanogaster* параметром, говорящем о наличии влияния, является соотношение полов. В целом можно сказать, что все изученные пробы оказали определенное токсическое влияние..

Результаты биотестирования на *Chlorella vulgaris* Beijer показали наличие токсического эффекта у всех тестируемых проб. Наименее токсичными для водорослей оказались водные вытяжки, полученные из проб шламоотстойника, отвала «Южный-2» и промпродукта. Среднетоксичными оказались вытяжки проб отвала «Северный» и хвостохранилища. Токсичной оказалась водная вытяжка пробы отвала «Южный».

Список использованной литературы Опубликованная

1. Перспективы утилизации отходов горнометаллургических предприятий при добыче и переработке железорудного сырья. Баркан М.Ш., Кабанов Е.И. // второй международный конгресс «ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ – 2010», г. Красноярск. 2010.
2. Говорушко С.М. Влияние хозяйственной деятельности на окружающую среду. Владивосток: Дальнаука, 1999. 171 с.
3. Стриженок А.В. Экологическая оценка северных экосистем, подвергшихся воздействию горной промышленности // Записки Горного Института, 2012. №195. с 171-173
4. И.С. Бортников, А.Г. Гурбанов, О.А. Богатилов. Захороненные промышленные отходы Тырныаузского вольфрамо-молибденового комбината: минеральный состав, геохимические особенности и их утилизация как решение экологических и социальных проблем Кабардино-Балкарской республики// Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геоэкология. 2013. №4 с 323-341
5. Андросова Н.К. Природоохранные технологии, изучение, переработка и утилизация техногенных образований, рециклинг материальных и энергетических ресурсов // Записки Горного Института 2013. №203. 2 с 35-38
6. Лифановская С.Ю. Экологические аспекты добычи минерального сырья // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2010
7. Гальперин А.М., Фёрстер В., Шеф Х.-Ю. Техногенные массивы и охрана природных ресурсов: учебное пособие для вузов: в 2 т. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2006. – Т.1: Насыпные и намывные массивы. – 391 с.: ил.
8. Кузнецов В.С. Оценка влияния отвалов пустой породы на состояние атмосферного воздуха при открытой разработке железорудных

- месторождений, расположенных в северных регионах // Записки Горного Института 2013. №203, с 182-184
9. Гендлер С.Г., Кузнецов В.С., Любовинкин Д.А. Оценка пространственного распределения техногенного риска при аэротехногенном воздействии отвалов вскрышных пород на окружающую среду // Записки Горного Института 2012. №195, с 149-151
10. Пашкевич М.А. Техногенные массивы и их воздействие на окружающую среду. СПб, 2000. 230 с.
11. Водяницкий Ю.Н., Добровольский В.В. Железистые минералы и тяжелые металлы в почвах. – М. Почвенный институт им В.В. Докучаева РАСХН, 1998 - 216 с
12. Баймакова Е.В. Оценка влияния на окружающую среду хвостохранилища к Балхашской обогатительной фабрики / Е.В.Баймакова // Вестник КазНУ. Сер. географ. – 2002. – №2(15). – С.48-57
13. И.В. Егорова, В.А. Астапова. Геоэкологические аспекты рекультивации гидроотвалов и хвостохранилищ горных предприятий // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология 2013.№3. с 216-223
14. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Хакасия за 2014 год.
15. Азарова С.В. Отходы горнодобывающих предприятий и комплексная оценка их опасности для окружающей среды (на примере объектов Республики Хакасия): дис. ... канд. геол.-минер. наук. Томск, 2005 [1].
16. Колесников В.Н. Рентгеноструктурный анализ: учебное пособие/ В.Н. Колесников. – Харьков: изд-во ХГУ, 1982. – 65с.
17. Рентгеноструктурный анализ поликристаллов (полнопрофильный анализ): сборник научных трудов / Калмыцкий государственный университет; под ред. Е.Г. Фесенко. – Элиста: Калм. ун-т, 1986. – 136с.

18. Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю. Геоэкологический мониторинг. Учебное пособие для вузов.- Томск: Изд-во 2003.-336 с.
19. Разяпов А.З. Методы контроля и системы мониторинга загрязнений окружающей среды: моногр./А.З. Разяпов. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2011. – 220 с.
20. Сидорская В. А. Разработка новых тест-систем *Drosophila melanogaster* для оценки отрицательных последствий загрязнения окружающей среды: дис. ... канд.биол. наук, Арзамас, 2000
21. Дрозофила - модельный объект генетики [Текст]: учебно-методическое пособие М.Ф. Козак. - Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007. – 87 с.
22. Генетика. Учебник. – 2-е изд. испр. и доп. – Новосибирск: СемГПИ, 2007. – 628 с.
23. Андреева В.М. Род *Chlorella*. Морфология, систематика, принципы классификации. Изд-во «Наука», Ленингр. отд., Л.1-110. 1975г [2].
24. Дополнение к сборнику сметных норма на геологоразведочные работы, (ССН- 92). Выпуск 7. Лабораторные исследования полезных ископаемых и горных пород. - М. : ВИЭМС, 1995.
25. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Вып.2. Геолого-экологические работы. (ВНИИ экон. минерального сырья и геологоразведочных работ (ВИЭМС). - М.: ВИЭМС, 1992. - с.

Нормативная

26. ICCSR 26000:2011 «Социальная ответственность организации»
27. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
28. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

29. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 02.07.2013)
Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.
30. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
31. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
32. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003
33. ПУЭ-7 Правила устройства электроустановок. 7-е изд.– М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2009
34. НПАОП 73.1-1.06-77 Основные правила безопасной работы в химических лабораториях

Фондовая

35. Кузнецова, Г. А. Качественный рентгенофазовый анализ [Текст]: методические указания / Г. А. Кузнецова. – Иркутск: ИГУ, 2005. – 28 с
36. ПНД Ф Т 14.1:2.3:4.10-04 16.1:2.3.7-04 Токсикологические методы анализа. Методика определения токсичности питьевых, природных и сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков, сточных вод, отходов по измерению оптической плотности тест-культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer).

Электронные ресурсы

37. Экологические проблемы разработки рудных месторождений КМА / В.И. Голик, О.Н. Полухин, А.Н. Петин и др. // Горный журнал. - 2013. - №4.-С. 91-94. URL: <http://dspace.bsu.edu.ru/handle/123456789/6050>
38. Шурпо А. П. Проблемы обращения с отходами горнорудных предприятий в Российской Федерации и зарубежный

- опыт// International scientific review, 2015, № 2(3) URL: <http://scienceproblems.ru/problemny-obrashcheniya.html>
39. Клименко Д.П. Отходы горного производства как источник загрязнения окружающей среды: подземных и поверхностных вод // Известия КГТУ им. И.Раззакова 2012. №27. URL: <http://arch.kyrlibnet.kg/uploads/KSTUKLIMENKO1-2012-27.pdf>
40. Ушаков А. С., Чмыхалова С. В. Выявление фактора влияния отходов горно-обогатительных комбинатов на состояние окружающей среды и здоровье человека с учетом их химического состава // ГИАБ. 2011. №8. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/vyyavlenie-faktora-vliyaniya-otodov-gorno-obogatitelnyh-kombinatov-na-sostoyanie-okruzhayuschey-sredy-i-zdorovie-cheloveka-s-uchetom-ih> (дата обращения: 06.06.2016).
41. Растинина Н. К. Оценка экологического состояния природной среды и здоровья детей в зоне влияния хвостохранилища ОАО «Солнечный ГОК» // ГИАБ. 2011. №5. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-ekologicheskogo-sostoyaniya-prirodnoy-sredy-i-zdorovya-detey-v-zone-vliyaniya-hvostohranilischa-oao-solnechnyy-gok> (дата обращения: 06.06.2016).
42. Секисов Г.В., Грехнев Н.И. Минеральные отходы горных предприятий Дальневосточного региона: проблемы их утилизации и экологии // ГИАБ. 2002. №11. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/mineralnye-othody-gornyh-predpriyatiy-dalnevostochnogo-regiona-problemy-ih-utilizatsii-i-ekologii> (дата обращения: 06.06.2016).
43. Хохряков А.В., Цейтлин Е.М. Образование отходов металлургических предприятий Урала и их воздействие на окружающую среду // Известия Самарского научного центра РАН. 2012. №1-3. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/obrazovanie-otodov-metallurgicheskikh-predpriyatiy-urala-i-ih-vozdeystvie-na-okuzhayuschuyu-sredu> (дата обращения: 06.06.2016).

44. Климат республики Хакасия [электронный ресурс] URL: http://trasa.ru/region/hakasiya_clim.html
45. Тейское месторождение [электронный ресурс] URL: <http://megabook.ru/article/%D0%A2%D0%B5%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5%20%D0%BC%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B6%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5>
46. Пущаровский Д.Ю. Рентгенография минералов [электронный ресурс] URL: <http://www.chem.msu.su/rus/books/mineral/all.pdf>.
47. Цукерман В. А. Проблемы комплексного использования минерального сырья Кольского полуострова // ГИАБ. 1997. №1. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/problemy-kompleksnogo-ispolzovaniya-mineralnogo-syrya-kolskogo-poluostrova> (дата обращения: 10.06.2016).
48. Комплексное использование минерального сырья и отходов промышленности при производстве строительных материалов. Учебное пособие для студентов специальности 290600 «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» [электронный ресурс] URL: <http://window.edu.ru/resource/725/18725>.
49. Аргимбаев К. Р. Промышленные отходы горного производства и их использование на примере Лебединского ГОКа // Молодой ученый. — 2011. — №6. Т.1. — С. 12-15 [электронный ресурс] URL: <http://moluch.ru/archive/29/3312/>
50. Крупская Л. Т., Грехнев Н. И., Новороцкая А. Г., Уткина Е. В., Крупский А. В., Растанина Н. К. Особенности миграции токсичных химических элементов в компонентах природной среды в зоне влияния хвостохранилища ЦОФ ОАО «Солнечный ГОК» // ГИАБ. 2010. №12. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-migratsii-toksichnyh-himicheskikh-elementov-v-komponentah-prirodnoy-sredy-v-zone-vliyaniya-hvostohranilischa-tsof-oao> (дата обращения: 13.06.2016).

51. Морозова О. В., Чмыхалова С. В. Исследование процессов неокислительного выщелачивания в хвостохранилище при прекращении его эксплуатации // ГИАБ. 2008. №S1. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-protssessov-neokislitel'nogo-vyschelachivaniya-v-hvostohranilische-pri-prekraschenii-ego-ekspluatatsii> (дата обращения: 13.06.2016)