

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

---

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

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
<b>Геохимические особенности антропогенных карбонатных отложений в зоне влияния Алтайского горно-обогатительного комбината</b>
УДК <u>553.636-021.58:550.4:622.7(571.150)</u>

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ61	Шабунин Даниил Дмитриевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель	Соктоев Булат Ринчинович	кандидат геолого-минералогических наук		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Макашева Юлия Сергеевна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Абраменко Никита Сергеевич			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Барановская Наталья Владимировна	доктор биологических наук, доцент		

Томск – 2018 г.

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

Школа инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки (специальность) 05.04.06 «Экология и природопользование»  
 Уровень образования магистратура  
 Отделение школы (НОЦ) отделение геологии  
 Период выполнения весенний семестр 2017/2018 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация
--------------------------

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН**  
**выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.05.2018
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
28.02.2018	<i>Литературный обзор</i>	10
30.03.2018	<i>Геоэкологическая характеристика территории исследований</i>	10
15.04.2018	<i>Материалы и методы исследований</i>	10
30.04.2018	<i>Геохимия антропогенных карбонатных отложений в районах расположения горнорудных объектов</i>	10
15.05.2018	<i>Социальная ответственность</i>	10
15.05.2018	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель	Соктоев Булат Ринчинович	кандидат геолого-минералогических наук		

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Барановская Наталья Владимировна	доктор биологических наук, доцент		

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

---

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

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

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации
--------------------------

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ61	Шабунину Даниилу Дмитриевичу

Тема работы:

Геохимические особенности антропогенных карбонатных отложений в зоне влияния Алтайского горно-обогатительного комбината	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	21.03.2018, №1980/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.05.2018
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Литературные и фондовые материалы, результаты собственных исследований (пробы накипи, отобранные на территории Локтевского района Алтайского края, а также Закаменского района Республики Бурятия, Тисульского и Гурьевского района Кемеровской области), данные аналитических исследований антропогенных карбонатных отложений (накипи).
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Литературный обзор</li><li>2. Геоэкологическая характеристика территории исследований</li><li>3. Материалы и методы исследований</li><li>4. Геохимия антропогенных карбонатных отложений в районах расположения горнорудных объектов</li><li>5. Социальная ответственность</li><li>6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</li></ol>

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Макашева Юлия Сергеевна
Социальная ответственность	Абраменко Никита Сергеевич
Раздел на иностранном языке	Щеголихина Юлия Викторовна
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Das Spezialien des Bergbaubetrieb	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	22.03.2018
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
старший преподаватель	Соктоев Булат Ринчинович	кандидат геолого-минералогических наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2ГМ61	Шабунин Даниил Дмитриевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ЭЛЕМЕНТНОГО  
И МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА АНТРОПОГЕННЫХ КАРБОНАТНЫХ  
ОТЛОЖЕНИЙ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ГМ61	Шабунину Даниилу Дмитриевичу

<b>Школа</b>	Природных ресурсов	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	Геологии
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	Экология и природопользование

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Объект исследования – накипь или антропогенные карбонатные отложения из бытовой теплообменной аппаратуры, а также данные, полученные при анализе методами ИНАА и XRD. Рабочие места расположены в лаборатории (533 ауд.) и аудитории № 541 на пятом этаже здания (20 корпус ТПУ, Ленина 2/5, г. Томск), имеют естественное и искусственное освещение.</p> <p>Работы проводятся в два этапа: лабораторный (подготовка проб для дальнейшего анализа) и камеральный (анализ и систематизация данных лабораторно-аналитических исследований).</p> <p>В ходе настоящих исследований изучается элементный и минеральный состав накипи, для определения возможности её использования в качестве индикатора загрязнения окружающей среды.</p>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<b>1. Производственная безопасность</b>	<p>Показатели микроклимата в помещении.</p> <p>Перечень мероприятий, направленных на ликвидацию причин травматизма при эксплуатации ПК. Естественное искусственное освещение в помещении, норма освещенности рабочего места.</p> <p>Вредные факторы: отклонение показателей микроклимата в помещении; недостаточная освещенность рабочей зоны; степень нервно-эмоционального напряжения.</p>
1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения	
1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения	<p>Электробезопасность. Источники: электрооборудование и электроприборы (ПК). Средства защиты: электроизолирующие провода, заземление и зануление.</p> <p>Опасные факторы производственной среды: электрический ток.</p>

<p><b>2. Экологическая безопасность</b></p>	<p>При анализе проб накипи методом ИНАА происходит их облучение в ядерном реакторе потоком тепловых нейтронов, в результате чего накипь становится радиоактивной. После исследования пробы складываются в специальном изолированном хранилище, где находятся до тех пор, пока не станут безопасными. В ходе исследования было отобрано всего 21 проба, общей массой 2,1 г. При анализе проб методом рентгеновской дифрактометрии накипь не приобретает новых свойств, таких как радиоактивность, и не оказывает влияния ни на одну из биосферных оболочек. Отсюда следует, что изучение проб накипи не несет вред окружающей среде (атмосфере, гидросфере, литосфере).</p>
<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p>	<p>Возможные ЧС – пожар в здании. Наличие конструктивных и объёмно-планировочных решений, препятствующих 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.</p> <p>Пожарная и взрывная безопасность. Причины: несоблюдение правил пожаробезопасности. Профилактические мероприятия: учебные эвакуации. Средства пожаротушения применяются в зависимости от вида источника пожара (порошковые и жидкие).</p>
<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p>	<p>Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны проводятся в соответствии с планом проведения этапов исследовательской работы, с учетом требований и стандартов к организации рабочего места.</p>

<p><b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b></p>	<p>22.03.2018</p>
--	-------------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Абраменко Никита Сергеевич			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ61	Шабунин Даниил Дмитриевич		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ГМ61	Шабунин Даниил Дмитриевич

<b>Школа</b>	Природных ресурсов	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	Геологии
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	Экология и природопользование

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

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</li> <li>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</li> <li>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Литературные источники;</li> <li>2. Методические указания по разработке раздела;</li> <li>3. Сборник сметных норм на геолого-экологические работы.</li> </ol>
---	---

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет работ</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</li> <li>2. Расчёт затрат времени и труда по видам работ</li> <li>3. Нормы расхода материалов</li> <li>4. Общий расчет сметной стоимости</li> </ol>
--	---

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	22.03.2018
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
ассистент	Макашева Юлия Сергеевна			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2ГМ61	Шабунин Даниил Дмитриевич		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа объемом 111с., 35 рис., 23 табл., 125 источников, 1 прил.

Ключевые слова: антропогенные карбонатные отложения, накипь, геохимические особенности, хвостохранилище, Алтайский горно-обогатительный комбинат, Локтевский район, Алтайский край.

Объектом исследования являются антропогенные карбонатные отложения (накипь), отобранные из бытовой теплообменной посуды населения, проживающего в зоне влияния хвостохранилищ Алтайского ГОКа.

Цель работы – изучить геохимические особенности антропогенных карбонатных отложений (накипи) в зоне влияния хвостохранилищ Алтайского горно-обогатительного комбината (Алтайский край).

В процессе исследования проводился анализ элементного и минерального состава антропогенных карбонатных отложений методами ИНАА и XRD.

В результате исследования выявлены индикаторные химические элементы и геохимические показатели, характеризующие влияние хвостохранилищ на элементный состав накипи.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: впервые получены оценки средних содержаний 27 химических элементов в антропогенных карбонатных отложениях из зоны влияния хвостохранилищ Алтайского горно-обогатительного комбината; выявлена геохимическая специализация накипи в зоне влияния хвостохранилищ относительно фоновых показателей; установлена региональная геохимическая специализация данных отложений в сравнении с аналогичными нерекультивированными хвостохранилищами;

Область применения и степень внедрения: материалы, полученные в процессе выполнения работы, могут представлять интерес для Министерства природных ресурсов и экологии Алтайского края. Исходные данные используются при проведении занятий по курсам «Экологический мониторинг», «Медицинская геология», а также при написании курсовых и дипломных работ бакалаврами и магистрантами направления «Экология и природопользование» Инженерной школы природных ресурсов ТПУ.

Экономическая эффективность/значимость работы экономическая целесообразность и выгода не являются прямой целью работы. Работа носит фундаментальный характер.

В будущем планируется продолжить исследование в аспирантуре по данной теме.



## СОДЕРЖАНИЕ

	С.
Введение	10
1 Состояние изученности воздействия хвостохранилищ горнодобывающих предприятий на окружающую среду	13
1.1 Хвостохранилища как объект воздействия на ОС	13
1.2 Литературный обзор по геохимии осадочных карбонатных отложений	20
2 Геоэкологическая характеристика Локтевского района (Алтайский край)	24
2.1 Климат	25
2.2 Геологическое строение	27
2.3 Гидрологические и гидрогеологические аспекты	29
2.4 Металлогения	34
2.5 Общая характеристика Алтайского горно-обогатительного комбината	39
3 Материалы и методы исследований	40
3.1 Фактический материал, отбор проб	40
3.2 Лабораторно-аналитические исследования	41
3.3 Обработка данных	43
4 Геохимия антропогенных карбонатных отложений в районах расположения горнорудных объектов	45
4.1 Общие геохимические особенности	45
4.2 Геохимические особенности в сравнении с фоновыми показателями	57
4.3 Геохимические особенности в сравнении с аналогичными объектами горнодобывающей промышленности	59
4.4 Особенности макроминерального состава	66
5 Социальная ответственность при исследовании элементного и минерального состава антропогенных карбонатных отложений	69
5.1 Производственная безопасность	69
5.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	69
5.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	74
5.2 Экологическая безопасность	77
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	77
5.4 Законодательное регулирование проектных решений	81
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	82
6.1 Технико-экономическое обоснование продолжительности и объема работ	82
6.2 Расчет затрат времени и труда по видам работ	84
6.3 Нормы расхода материала	85
6.4 Расчет затрат на подрядные работы	86
6.5 Расчет амортизационных отчислений	86
6.6 Общий расчет сметной стоимости	86
Заключение	88
Список использованных источников	89
Приложение А	99

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследования.** Горнодобывающая промышленность оказывает комплексное влияние на окружающую среду и человека, в частности. В результате функционирования горнодобывающих предприятий образуются искусственные геологические объекты, известные как хвостохранилища, в которых аккумулировано большое количество отходов с не извлечёнными минеральными компонентами. В результате процессов гипергенеза (окисление, растворение, разложение, гидролиз) происходит преобразование первичных рудных минералов во вторичные минеральные формы, сопровождающееся миграцией химических элементов из тела хвостохранилища в окружающую среду. Таким образом, происходит загрязнение различных компонентов окружающей среды: атмосферы, педосферы, растительности, поверхностных и подземных вод [70].

Актуальность работы также определяется малой изученностью антропогенных карбонатных отложений в целом и их элементного и минерального состава в частности. Полученная информация даёт возможность оценивать степень экологического благополучия территории.

**Цель работы:** изучить геохимические особенности антропогенных карбонатных отложений (накипи) в зоне влияния хвостохранилищ Алтайского горно-обогатительного комбината (Алтайский край).

### **Задачи:**

1. систематизировать опубликованную информацию по ранее проведенным исследованиям (как в России, так и за рубежом) в области разрабатываемого научного направления;
2. обосновать геоэкологическую характеристику региона исследования;
3. произвести отбор проб антропогенных карбонатных отложений на территории влияния хвостохранилищ;
4. оценить содержание и распределение тяжелых металлов, редких, редкоземельных и радиоактивных элементов в антропогенных карбонатных отложениях по данным инструментального нейтронно-активационного анализа;
5. изучить особенности макроминерального состава антропогенных карбонатных отложений методом порошковой рентгеновской дифрактометрии;

- б. выделить индикаторные химические элементы и геохимические показатели в составе антропогенных карбонатов в зоне влияния хвостохранилищ в сравнении с фоновыми показателями и другими аналогичными объектами.

**Объектом исследования** являются антропогенные карбонатные отложения (накипь) природных пресных вод. **Предметом исследования** – их минеральный и элементный состав. **Территория исследования** – Локтевский район Алтайского края.

**Фактические материалы и методы исследования.** В основу работы положены образцы накипи, полученные в 2017 году. Общее количество проб антропогенных карбонатных отложений из бытовой теплообменной аппаратуры с учетом фоновой составляет 21. Кроме того, для сравнительной характеристики привлечены данные, полученные ранее сотрудниками отделения геологии ИШПР ТПУ по хвостохранилищам в Республике Бурятия и Кемеровской области.

Базовым аналитическим методом для определения элементного состава накипи являлся инструментальный нейтронно-активационный анализ на 28 химических элементов (ядерно-геохимическая лаборатория Международного инновационного научно-образовательного центра (МИНОЦ) «Урановая геология» ТПУ, аналитики – с.н.с. А.Ф. Судыко, Л.В. Богутская).

Минеральный состав образцов определялся методом рентгеновской дифрактометрии на приборе Bruker D2 Phaser (лаборатория методов исследования вещественного состава природных объектов МИНОЦ «Урановая геология» ГЭГХ ТПУ, аналитик – Б.Р. Соктоев).

Полученные данные лабораторных анализов обрабатывали в программах Microsoft Excel и Statistica, для работ с иллюстрациями использовалась программа Corel Draw 8.

**Научная новизна:**

- впервые получены оценки средних содержаний 27 химических элементов в антропогенных карбонатных отложениях из зоны влияния хвостохранилищ Алтайского горно-обогатительного комбината;
- выявлена геохимическая специализация накипи в зоне влияния хвостохранилищ относительно фоновых показателей;
- установлена региональная геохимическая специализация данных отложений в сравнении с аналогичными нерекультивированными хвостохранилищами;
- выявлены индикаторные химические элементы и геохимические показатели, характеризующие влияние хвостохранилищ на элементный состав накипи

### ***Практическая значимость.***

Показано, что хвостохранилища Алтайского горно-обогатительного комбината оказывают воздействие на объекты питьевого водоснабжения – полученные данные могут быть использованы для оценки экологического влияния в эколого-геохимических исследованиях на других хвостохранилищах.

Материалы, полученные в процессе выполнения работы, могут представлять интерес для Министерства природных ресурсов и экологии Алтайского края.

Исходные данные используются при проведении занятий по курсам «Экологический мониторинг», «Медицинская геология», а также при написании курсовых и дипломных работ бакалаврами и магистрантами направления «Экология и природопользование» Инженерной школы природных ресурсов ТПУ.

***Апробация работы.*** Основные положения диссертации были представлены и докладывались на XXI и XXII Международном научном симпозиуме студентов и молодых ученых имени академика М.А. Усова (г. Томск, 2017, 2018 гг.).

***Благодарности.*** Автор выражает искреннюю признательность научному руководителю, к.г.-м.н., старшему преподавателю Соктоеву Булату Ринчиновичу за совместное обсуждение и обобщение материалов, ценные советы, всестороннюю поддержку и помощь на всех этапах выполнения работы.

Автор благодарен А.Н. Злобиной, аспиранту отделения геологии ИШПР ТПУ, принимавшей непосредственное участие в отборе проб; аналитикам А.Ф. Судыко и Л.В. Богутской, без профессионального труда которых не состоялась бы эта работа; к.г.-м.н., доценту И.С. Соболеву за помощь в освоении методов математической статистики в геоэкологии.

# **1 СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ХВОСТОХРАНИЛИЩ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

## **1.1 Хвостохранилища как объект воздействия на ОС**

В настоящее время всего лишь 15–30 % исходного минерального сырья подвергается переработке для извлечения полезных компонентов из них. Большая часть отходов производства (около 70–80 %) размещается в отвалах и хвостохранилищах, которые занимают огромные территории зачастую весьма плодородных земель [11]. Хвостохранилища представляют опасность для живых организмов, в том числе и человека, т.к. через их дамбы и ложе происходит дренаж загрязненных вод. Эти воды, в свою очередь, поступают в поверхностные и подземные воды, изменяют санитарно-гигиенические показатели и химический состав последних. Установлено, что вредные вещества, находящиеся в отходах, могут мигрировать на значительные расстояния, загрязняя окружающую среду [49].

В районах расположения хвостохранилищ основной причиной негативного воздействия на окружающую среду является влияние внешних факторов: температуры, атмосферных осадков, воздушных потоков, поверхностных вод, деятельности микроорганизмов. К числу внутренних факторов можно отнести минеральный и химический состав отходов, их пористость, водопроницаемость и дисперсность [59].

На процесс формирования потоков рассеяния химических элементов в составе техногенных вод отходов влияет ряд факторов, главными из которых являются: степень диспергированности отходов, концентрация элемента в техногенном образовании и форма его нахождения. Эти факторы определяют скорость выщелачивания элементов. Интенсивность рассеяния химических элементов в окружающей среде зависит от площади хвостохранилищ, которая определяет расход носителя загрязняющих веществ [59].

Под влиянием гипергенных факторов происходит изменение складированных отходов, которое ведет к активизации процессов миграции химических элементов. При поверхностном складировании наблюдается интенсивное выщелачивание атмосферными осадками, которое происходит при активном участии различных микроорганизмов. Данный процесс является приоритетным фактором, который регулирует процессы растворения, миграции и аккумуляции химических элементов вокруг хвостохранилищ.

В представленных Бачуриным Б.А. [4] результатах экспериментального моделирования поведения химических элементов в системе «отходы-вода» показано, что наряду с механическим растворением в отходах протекают различные физико-химические реакции при последовательном многоэтапном воздействии воды. Эти реакции приводят к увеличению содержания миграционно-способных форм тяжелых металлов и повышению

их геохимической подвижности. При этом вода выступает как среда, растворяющая и переносящая загрязняющие вещества, а также как активный реагент, приводящий к разрушению прочносвязанных с минеральной матрицей комплексов и к переводу соединений в подвижные формы. Содержание в породах водорастворимых, кислоторастворимых и подвижных форм тяжелых металлов может увеличиваться в 2-6 раз по сравнению с исходной концентрацией (рисунок 1.1)

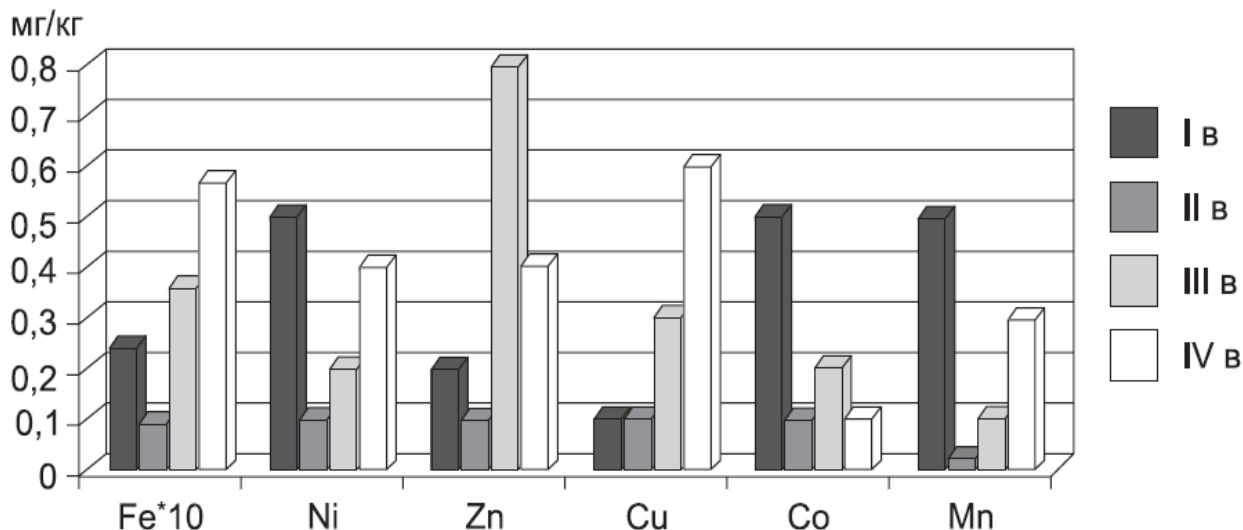


Рисунок 1.1 – Изменение содержания водорастворимых форм тяжелых металлов в отходах горного производства при многократном воздействии на них водной среды (I в – исходная порода; II в, III в, IV в – порода после последовательных водных вытяжек) [4]

В отходах, содержащих сульфидные минералы, эти процессы происходят наиболее интенсивно, что объясняется влиянием сернокислого гидролиза на высвобождение элементов из связанного состояния и образование большого количества геохимически активных соединений. В целом увеличение содержания кислоторастворимых и водорастворимых форм тяжелых металлов отмечено для всех исследованных отходов после взаимодействия с водой. Это отражает новообразование потенциально подвижных соединений и позволяет сделать вывод о том, что атмосферные осадки являются основным фактором, способствующим переводу части неподвижных соединений металлов в способное к миграции состояние и значительному увеличению масштабов эмиссии тяжелых металлов в составе техногенных потоков рассеяния [4].

При взаимодействии отходов с водой происходит их трансформация, которая, в силу влияния большого количества факторов, носит весьма сложный характер. Кислотно-щелочные и окислительно-восстановительные условия среды, а также тип минеральной ассоциации хвостохранилищ (оксидный, сульфидный, карбонатный и т.д.) в совокупности

с другими факторами значительно затрудняют теоретическое прогнозирование изменений в этих системах.

Оценивая масштабы возможного выноса тяжелых металлов из отходов горно-обогатительного производства нужно учитывать не только геологические особенности территории, но и особенности преобразования минерального сырья в технологических процессах и влияния гипергенных процессов на трансформацию отходов. Зачастую эти процессы приводят к перестройке структуры хвостохранилищ, оказывая значительное влияние на геохимическую активность поллютантов, содержащихся в отходах, и их миграционную способность [4].

В работе Зверевой В.П. [22] показано, что на оловорудных месторождениях изменение минерального состава хвостов связано с окислением сульфидов, техногенезом и гипергенезом, что приводит к нарушениям гидрохимического фона района и образованию агрессивной гидрохимической среды.

При анализе экологических проблем Дальневосточной оловорудной промышленности было выявлено, что жидкие отходы обогатительных фабрик загрязняют поверхностные и грунтовые воды тяжелыми металлами, вынося их за пределы техногенной системы. Отбор проб проводился как в период работы фабрик, так и после их закрытия. Происходит загрязнение не только вод, но и донных осадков в результате самопроизвольного стока техногенных вод в природные водоемы. В таких регионах наблюдаются умеренные и опасные экологические уровни по показателям почв и донных осадков. Ряд металлов (Pb, Zn, Cu, Cd, Fe, Mn) накапливается в листьях, коре, древесине и корнях деревьев в результате техногенного воздействия. Также накопление происходит в овощах, ягодах и грибах [46, 22].

Хвостохранилища входят в число основных источников создания кризисных ситуаций на горнодобывающих предприятиях [80]. На основе комплексного анализа было установлено, что накопление огромных объемов токсичных отходов производства главным образом влияет на эколого-санитарное состояние горняцких поселков Приморья и Приамурья. Биогеохимический анализ компонентов биосферы в зоне влияния хвостохранилищ свидетельствует о глубоком вовлечении в геохимический круговорот Sn, Cu, Pb, Zn, Cd, Ni, Cr, As и других токсичных элементов, присутствующих в химическом составе отходов.

Увеличению содержания рудных элементов в компонентах природной среды способствует формирование природно-горнотехнических систем. С достаточной точностью оценить обширные по площади техногенно измененные территории, а также показать изменение природной среды во времени, позволяют аэрофотоснимки. В работе

[80] показано, что в Приамурье, за время существования техногенной системы (1967-1987 гг.), произошла весомая деградация ландшафта на территории до 600 км<sup>2</sup>. Вблизи хвостохранилищ с 1982 по 1987 года расширились участки угнетенного леса в 5-6 раз.

Об экологической опасности хвостов обогащения апатито-нефелиновых руд в результате загрязнения атмосферы пылью и попадания минеральных частиц в почву свидетельствуют проведенные работы исследователей [48; 54]. При взаимодействии минеральных частиц с почвенными водами экологически опасные элементы, такие как Al, Sr, F, ряд тяжелых металлов, переходят в подвижные формы, в результате чего, в районах расположения хранилищ отходов наблюдается негативное воздействие на здоровье населения [6, 60].

В работе [22] показано активное воздействие токсичных составляющих отходов горно-обогатительных предприятий на воздух, растительность, почву и живые организмы.

О значительном ветровом загрязнении пылевыми наносами с осушенных частей хвостохранилищ свидетельствуют С.Б. Бортникова и соавторы [7], в исследованиях которых были детально изучены гидроотвалы хранилищ отходов обогащения сульфидосодержащих руд Салаирского ГОКа. Исследователями было проведено опробование с поверхности и максимально возможной глубины хвостохранилищ Салагаевский Лог и Дюков Лог. Также были изучены внешние связи с окружающими территориями через ветровую эрозию и посредством водной миграции с дренажными потоками (рисунок 1.2).

В.Н. Удачин говорит о том, что на Южном Урале идут процессы изменения природной атмосферной миграции микроэлементов, их накопления и трансформации в депонирующих средах. Также в работе идет речь об изменении природных связей в системах: атмосфера – почва, атмосфера – водная поверхность, вода – донные отложения, в связи с высокой насыщенностью Южного Урала геотехническими системами, в которых совмещены процессы добычи, обогащения полезных ископаемых и пирометаллургии [79].

В хвостохранилищах обогатительных фабрик концентрируется существенная часть элементов, присутствующая в рудах, при чем концентрация элементов примесей в хвостах порой превышает содержание в рудах. Складируемые вещества подвергаются интенсивному влиянию химических и физических процессов под воздействием атмосферы, что ведет к образованию растворимых форм, миграции и загрязнению гидросферы [5]. С поверхности хвостохранилищ, находящихся в сухом состоянии, выдувается обогащенная пыль. Так, хвостохранилища Семеновской золотоизвлекательной фабрики, по данным Белан Л.Н., загрязняют поверхностные и подземные воды бассейна р. Таналык и почвенный покров прилегающих территорий.



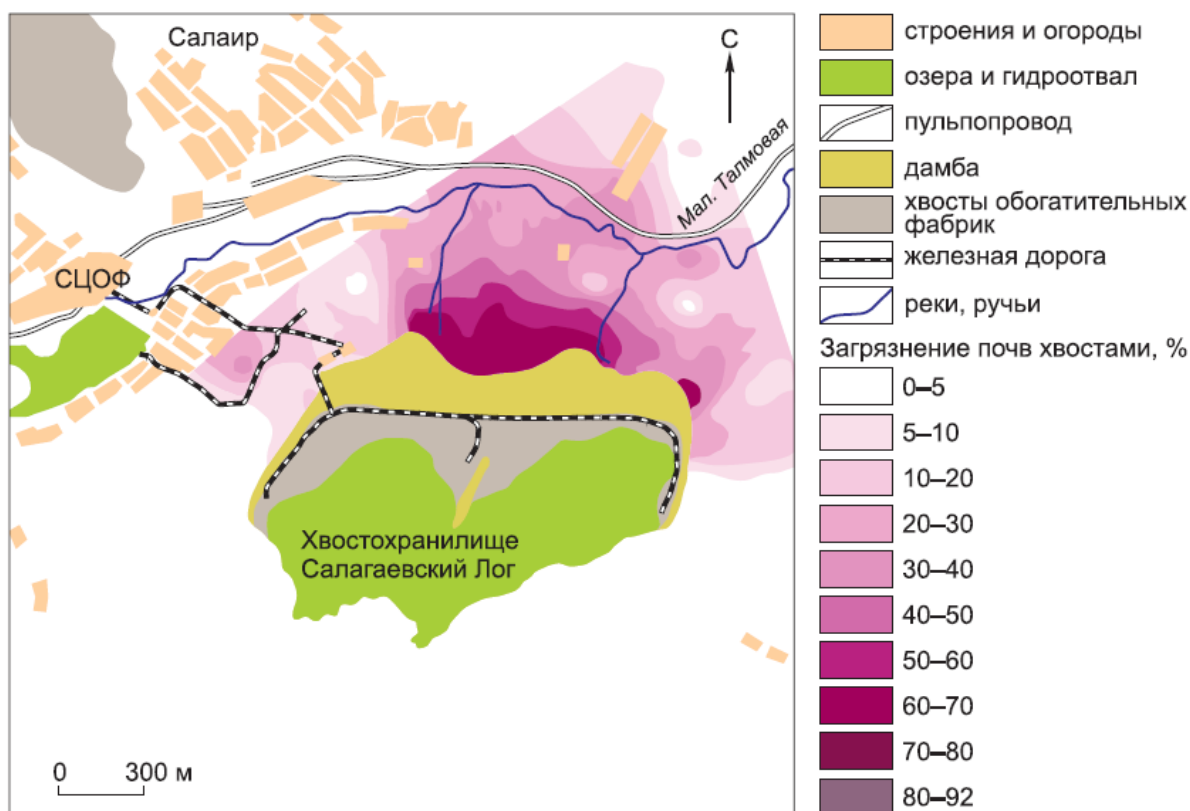


Рисунок 1.2 – Интерполяционная поверхность загрязнения почв материалом хвостохранилища [7]

Наибольшую экологическую опасность представляют отходы обогатительных фабрик с промышленными стоками предприятий в силу того, что химические элементы в хранилищах находятся в геохимически подвижной форме. Фильтрационные воды хвостохранилища просачиваются сквозь дамбы и ложе сооружений, способствуя поступлению загрязнителей в поверхностные и подземные воды [5].

Результаты опробования отходов Тейской дробильно-обогатительной фабрики (лежалых хвостов) на глубину 15 см и почв (горизонт АВ), проводимого сотрудниками кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета в районах расположения хвостохранилища показали, что содержание таких элементов, как As, Zn, Ni, Cr, Cu значительно превышают ПДК. В таблице 1.1 приведены подробные данные для этих элементов.

Таблица 1.1 – Содержание химических элементов (мг/кг) в промпродукте, шламе хвостохранилища и почвах [65].

Элемент	Промпродукт	Шлам хвостохранилища	Почва, горизонт А	ПДК для почв с учетом фона (кларка)*	ОДК для почв с учетом фона (кларка)**	Фон для бурых почв	Кларк в земной коре
I класс опасности							
As	12,4	37,45	23,5	2	5	–	1,7
Zn	178	62	49,2	23	110	52	83
II класс опасности							
Ni	91,4	27,95	15,8	4	40	14	58
Cr	42,8	68,7	62	0,05	–	54	83
Cu	50,2	63,95	24,6	3	66	13	47

Примечание. Прочерк – элемент не определен.

\* По ГН 2.1.7.2041-06.

\*\* По ГН 2.1.7.2511-09

Металлы способны накапливаться в организме, вызывая канцерогенный и другие эффекты, что приводит к неблагоприятным медико-биологическим последствиям [20, 33-38]. Почти во всех биохимических процессах в организме человека участвуют химические элементы. Нарушение этих процессов зачастую определяется эколого-геохимической обстановкой. Порядка 80 % болезней, по данным ВОЗ, вызваны высокой экологической нагрузкой [51].

У жителей горнорудных районов в связи с дисбалансом химических элементов, характерным для природно-техногенных экосистем таких территорий, возникает наибольший дискомфорт. Достоверно установлено, что на состав живых организмов и особенности их функционирования оказывают существенное влияние геохимические особенности территории. Этот факт положен в основу выделения биогеохимических провинций [41, 42, 43].

В настоящее время в медицинской литературе существуют работы, которые посвящены изучению экологически зависимых заболеваний. Большинство исследователей к числу таких болезней относят заболевания дыхательных путей, сердечно-сосудистой, эндокринной, мочеполовой и нервной систем, болезни кроветворных органов и крови, онкологические заболевания [33-38, 2, 77, 78, 94].

Загрязнение окружающей среды влияет на частоту генетических отклонений у людей, проживающих в горнорудных районах [64]. Так, наиболее высокая частота клеток с хромосомными изменениями (11,9%) обнаружена у рабочих Учалинского ГОКа. Зачастую в горнорудных районах происходит формирование мощных техногенных геохимических аномалий. В большинстве случаев селитебная зона располагается на

небольшом удалении или в непосредственной близости от обогатительных фабрик и карьеров. В зону высокого загрязнения воздуха и почвенного покрова попадают сады и огороды жителей, что оказывает влияние на качество выращиваемых сельхозкультур. Установлено, что жители города Учалы в суточном рационе питания получают избыточное количество ТМ. Избыток некоторых элементов в трофической цепи «почва – растения – животные» тем или иным образом оказывает влияние и на организм человека. Нарушение соотношений между химическими элементами негативно отражается на здоровье населения.

Следует также отметить возможное влияние синергетического эффекта, который усиливает токсичность элементов. Например, при совместном действии меди и цинка их токсичность увеличивается в 5 раз, в отличие от тех же концентраций, но порознь [9]. Такое воздействие может являться существенным фактором роста числа заболеваний органов пищеварения, крови и кроветворных органов, сердечно-сосудистой и нервной систем, онкологий.

Таким образом, хвостохранилища горнодобывающих предприятий являются мощными загрязнителями окружающей среды с формированием техногенных субпровинций, в пределах которых происходит активизация процессов миграции химических элементов в том числе и по трофическим цепям. В связи с этим требуется оценить воздействие данных объектов на прилегающие территории. В качестве индикаторов в исследованиях используются различные компоненты: почва, растительность, снеговой покров, поверхностные и подземные воды [69]. Одной из нестандартных депонирующих сред, способной отразить влияние хвостохранилищ на гидросферу, является накипь или антропогенные карбонатные отложения, речь о которых пойдет ниже.

## 1.2 Литературный обзор по геохимии осадочных карбонатных отложений

Природные воды, которые используются для питьевого водоснабжения, являются пресными, слабокислыми, гидрокарбонатными кальциево-магниевыми (39, 40, 40, 45, 14). Важнейший санитарно-гигиенический норматив воды – жесткость, связан с преобладанием в химическом составе воды карбонатной составляющей, представленной  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ . Жесткость воды обуславливает процесс накипеобразования, характерный для вод с высоким показателем жесткости. Основной составляющей карбонатных образований природных пресных вод, возникших как в естественных, так и в технических условиях, являются кальцит, арагонит, доломит и ряд других минералов. На их долю приходится до 99,0-99,9 % вещественного состава подобных образований [50, 81, 93, 84, 56].

Согласно Большой Советской Энциклопедии «накись – твердые отложения, образующиеся на внутренних стенках паровых котлов, водяных экономайзеров, пароперегревателей, испарителей и других теплообменных аппаратов, в которых происходит испарение или нагревание воды, содержащей те или иные соли» [123]. Из данного определения следует проблема широкого распространения процесса накипеобразования в промышленных и бытовых условиях, приводящая к выходу из строя систем снабжения, распределения и транспортировки питьевой воды [84, 47, 10, 56, 61].

По химическому составу преимущественно встречается накипь карбонатная (углекислые соли кальция и магния –  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ), а также сульфатная ( $\text{CaSO}_4$ ) и силикатная (кремнекислые соединения кальция, магния, железа, алюминия) (рисунок 1.3) [123].



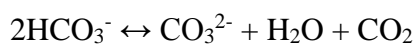
Рисунок 1.3 – Разновидности солевых отложений

По физико-химической природе образование накипи – это сложный процесс, который контролируется многими факторами: температурой, гидродинамикой, составом воды и др. Образование твердой фазы вещества в воде обусловлено пересыщением по этому соединению, зависящее от произведения растворимости (ПР). В природной воде главные катионы представлены  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ , анионы -  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ . Соединения натрия и хлора легко растворимы, кроме того, они имеют положительный температурный

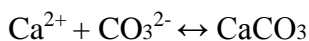
коэффициент растворимости (растворимость при повышении температуры увеличивается). Это находит отражение в факте их отсутствия в отложениях при температуре до 200°C. В свою очередь для MgCO<sub>3</sub>, CaCO<sub>3</sub>, Mg(OH)<sub>2</sub> и CaSO<sub>4</sub> характерна малая величина произведения растворимости. Перечисленные соединения имеют отрицательный температурный коэффициент растворимости, что означает уменьшение ПР при увеличении температуры [3].

При одинаковых концентрациях иона CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> для создания насыщенного по MgCO<sub>3</sub> раствора, концентрация ионов Mg<sup>2+</sup> должна быть на несколько порядков больше, чем ионов Ca<sup>2+</sup>. Поэтому основной минеральной составляющей в данных отложениях является CaCO<sub>3</sub> (Присяжнюк, 2003).

В природной воде, показатель pH в которой варьирует от 7.0 до 7.8, наличие бикарбонатов как основной углекислотной составляющей обуславливает преимущественное образование CaCO<sub>3</sub> в теплообменной аппаратуре. Рост температуры сопровождается изменением коэффициентов активности, констант диссоциаций химических соединений и воды. Термическое разложение бикарбонатов и появление в растворе иона CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> происходит в результате изменения констант диссоциации. В свою очередь это может приводить к образованию пересыщенных по CaCO<sub>3</sub> растворов:



При достижении пересыщения в присутствии ионов Ca данное уравнение дополняется следующим:



Процесс кристаллизации протекает в несколько стадий [21, 55, 3]:

1 стадия – возникновение зародышей. Зародыш – минимальное количество новой фазы, которое способно к самостоятельному существованию. В качестве зародышей могут выступать очень маленькие кристаллы [76] или аморфные частицы [85].

2 стадия – рост зародышей, приводящий к образованию микрокристаллов.

3 стадия – дальнейший рост микрокристаллов, собственно, кристаллизация (рисунок 1.4).

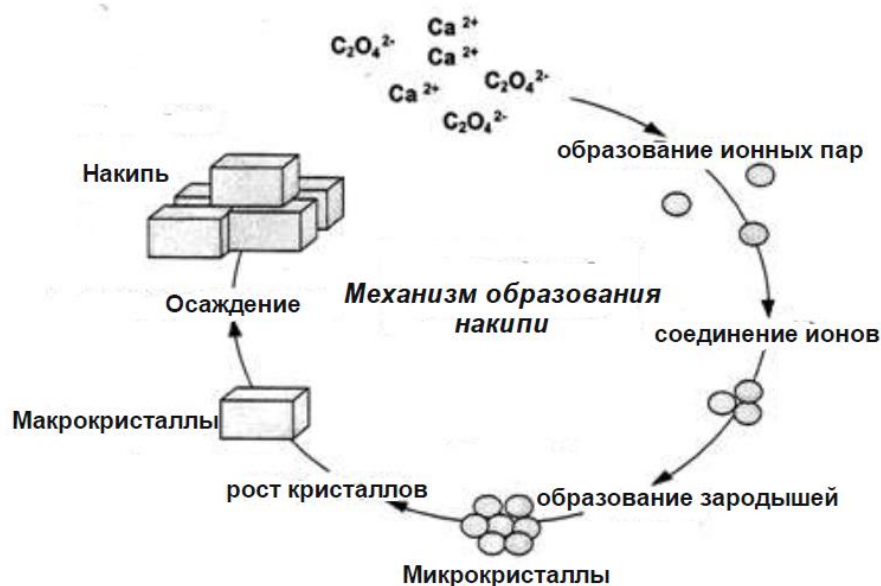


Рисунок 1.4 – Схема образования солевых отложений [87].

Образование солевых отложений (накипи) в теплообменной аппаратуре тесно связано с таким санитарно-гигиеническим показателем как жесткость воды, который обусловлен присутствием в воде растворимых солей химических элементов. Жесткость воды бывает трех видов:

1. Карбонатная (временная);
2. Некарбонатная (постоянная);
3. Общая - сумма временной и постоянной.

Карбонатная жесткость обусловлена присутствием в воде бикарбонатов Ca и Mg, при кипячении воды она почти полностью удаляется с образованием  $\text{CO}_2$ . Некарбонатная (постоянная) жесткость связана с наличием в воде солей различных кислот (кроме угольной): соляной, азотной, серной и других. Постоянная жесткость не удаляется кипячением, отсюда следует, что накипь – результат устранения временной (карбонатной) жесткости воды [8].

Исследования отложений накипи, формирующихся на разных этапах подготовки и обработки в системах водоснабжения, актуальны во всем мире. Главное внимание в этих работах посвящено способам разрушения и удаления накипи [53, 56, 62, 63]. В некоторых работах приводятся сведения об элементном составе образований [72].

Однако, такой подход в экологическом плане не информативен, так как, прежде всего, отражает влияние подготовительных процессов в системах водоснабжения на химический состав воды и, следовательно, солевых отложений. В свою очередь мы считаем, что, образующиеся в бытовых условиях в нагревательной аппаратуре, карбонатные отложения являются информативной средой для изучения миграции

химических элементов из питьевой воды в организм человека, так как процесс кипячения является последней ступенью перед поступлением воды в организм.

В 1990-х годах сотрудниками кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета впервые были выбраны солевые отложения (накипь) из бытовой теплообменной аппаратуры в качестве объекта исследования в сфере эколого-геохимического мониторинга [58].

В ходе проведенных исследований по содержанию урана [70] было выявлено, что накипь является отличной депонирующей средой, позволяющей установить территории экологического неблагополучия. Этот метод, впоследствии, был оформлен как патент на изобретение № 2298212 «Способ определения участков загрязнения ураном окружающей среды».

Исследования, проводившиеся Монголиной Т.А. Соктоевым Б.Р. [58, 73] доказали возможность использования элементного состава солевых отложений в качестве индикатора природно-техногенного состояния территории. Преимущество такого объекта исследования как накипь заключается в том, что среда, являясь депонирующей, отражает длительный временной интервал накопления, представляя тем самым долговременную картину химического состава питьевых вод [83].

Таким образом, элементный состав карбонатных образований отражает качество природных пресных вод, употребляемых человеком ежедневно, что позволяет использовать этот материал для оценки влияния антропогенной деятельности (в частности хвостохранилищ горнодобывающих предприятий) на окружающую среду, а также в целях эколого-геохимического мониторинга и в качестве поискового признака при выявлении месторождений полезных ископаемых.

## 2 ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛОКТЕВСКОГО РАЙОНА (АЛТАЙСКИЙ КРАЙ)

Исследуемая территория находится в юго-западной части Алтая (рисунок 2.1), в важном горнопромышленном районе страны, разведанная минерально-сырьевая база которого состоит из минеральных солей, железных руд, цветных металлов и других полезных ископаемых. Данная местность располагается в Южной Сибири, на стыке двух физико-географических провинций, представленных Западно-Сибирской равниной и Алтае-Саянской горной страной. Территория имеет постепенно повышающийся рельеф: на северо-западе Кулундинская равнина, переходящая сначала в Приобское плато, а затем в Предалтайскую равнину, сменяется на юго-востоке низко- и среднегорными хребтами: Колыванским, Башелакским и Тигиренским.

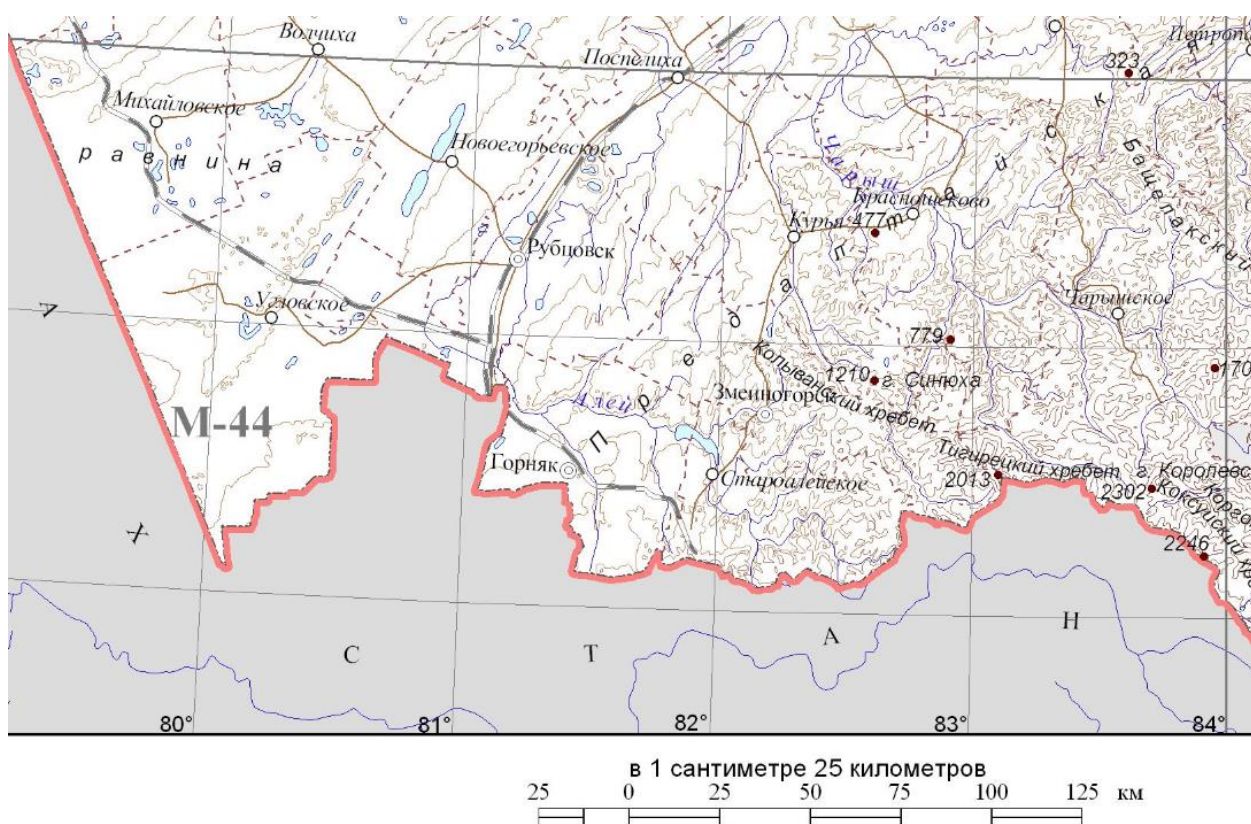


Рисунок 2.1 – Географическая карта Алтайского края, квадрат М-44 [19]

Реки Алей и Чарыш, являющиеся притоками р. Обь, пересекают восточную часть территории. Понижения в западной равнинной части занимают солонцы, солончаки и бессточные соленые озера. На Кулундинской равнине почвенно-растительный покров представляют разнотравные типчаково-ковыльные степи, в Приобье – луговые степи, которые сочетаются с мелколиственными осиновыми и березовыми колками. Подножия гор представлены ковыльно-разнотравными степями на глинистых черноземах. В среднегорье, на щебенисто-суглинистых почвах растут смешанные леса, состоящие из кедра, пихты и елей с примесью березы, осины и разнообразных кустарников (черневая



тайга). До 1900 метров поднимается верхняя граница леса, выше расположена зона горной тундры. Лучшая обнаженность и дешифрируемость присуща предгорным и низкогорным районам, а также поверхностям высоких нагорий, которые расположены выше границы леса и лишены чехлов ледниковых отложений [19].

## 2.1 Климат

Особенности климата Алтайского края обусловлены следующими факторами: характер подстилающей поверхности (рельеф, болота, реки, растительность, снежный и ледяной покров), солнечная радиация и циркуляция воздушных масс. Удаленность от морей и океанов и расположение края в умеренных широтах центральной части Евразии определяет значение перечисленных выше факторов. На алтайский климат оказывают большое влияние прилегающие территории: Центральная и Средняя Азия, Западная и Восточная Сибирь, а также – посредством циклонической деятельности – европейская территория России и Атлантика, роль которой сказывается на количестве осадков, особенно в подверженных влиянию верхних слоев тропосферы горных районах.

Климату края свойственны выраженные черты континентальности: короткое, теплое, временами жаркое лето и длительная, холодная снежная зима. Абсолютная годовая амплитуда температур воздуха достигает 95 °С. От +0,5 до +2,1 °С варьируют среднегодовые температуры. Средняя максимальная температура июля +28 °С, отметки в +42 °С достигает экстремальная температура. Средняя минимальная температура января –24 °С, абсолютный зимний минимум –55 °С. Около 120 дней продолжается безморозный период.

Преобладание антициклонов и расположение Алтайского края на 51 – 54° с.ш. благоприятствуют поступлению большого количества солнечной радиации, суммарные значения которой варьируют от 100 до 120 ккал/см<sup>2</sup> в год на севере и юге края соответственно. В горных районах, где облачная погода бывает чаще, количество солнечного излучения уменьшается, на распределение которого влияет также ориентация и крутизна склонов. Летом солнце высоко поднимается над горизонтом, до 66°, долгота дня достигает 17 часов. В зимнее время высота солнца едва достигает 20°, сокращая продолжительность дня почти в два раза. В некоторые горные долины прямые солнечные лучи зимой не проникают [67, 68, 16, 52].

Продолжительность годового солнечного сияния находится в пределах 1800-2100 часов. Юго-запад края в районе города Рубцовска по количеству солнечного света сравним с Южным Крымом. Летом до 30 % суммарной радиации отражается земной поверхностью, зимой этот показатель возрастает до 70 %, что уменьшает величину поглощенной радиации до 70 – 90 ккал/см<sup>2</sup>. Полученное солнечное тепло нагревает

приземные слои воздуха, почву и воду. Часть тепла земная поверхность излучает в космос. В конечном итоге величина радиационного баланса составляет порядка 30 – 45 % суммарной радиации, т.е. 30 – 45 ккал/см<sup>2</sup>. В среднем отрицательный годовой радиационный баланс наблюдается лишь на высотах более 2500 м. В летнее время он положителен на всей территории Алтайского края, зимой – отрицателен, в силу больших потерь тепла на отражение и излучение. Рост солнечного тепла наблюдается от марта и июню, достигая максимальных значений от 7 до 8 ккал/см<sup>2</sup> в месяц. Снижение количества солнечной радиации наблюдается в августе, к сентябрю эта величина в 2,5 – 3 раза меньше, чем в июле. На равнинных территориях края до 60 % поглощенного солнечного излучения затрачивается на испарение влаги, оставшаяся часть идет на нагрев земной поверхности.

В процессе взаимодействия таких факторов, как западный перенос воздушных масс, стационарные области высокого и низкого давления, циклоны и антициклоны, в край поступает либо континентальный воздух центрально-азиатского или восточно-сибирского происхождения, либо морской воздух Атлантики или Арктики. Изменению свойств приходящего воздуха, а также формированию местных воздушных масс способствуют как расчлененность и разнообразие видов подстилающей поверхности, так и значительные размеры края, в результате чего возникает разнообразный термический режим и сложное распределение атмосферных осадков. Значительный вклад в особенности климата вносит подстилающая поверхность. Равнины позволяют воздушным массам свободно перемещаться, но, дойдя до горных подножий, воздух вынужден подниматься вверх по склонам, что сопровождается увеличением количества осадков. В горах на юго-западе края выпадает до 1500 мм/год. Поэтому горный климат менее жесткий, чем равнинный: зима более теплая, лето прохладнее, осадков больше. Зимой, благодаря теплым ветрам – фёнам, в долинах Северного Алтая становится необычно тепло.

Наиболее мягкий климат характерен для Алтайского и Смоленского районов, а наиболее резкий – для Кулундинского и Ключевского. В летний период максимальные температуры воздуха наблюдаются в Угловском и Михайловском районах, минимальные в зимний период — в Ельцовском, Залесовском, Заринском. По количеству осадков лидируют Красногорский, Алтайский и Солонешенский районы, а в Угловском районе и западной части Рубцовского района выпадает наименьшее количество осадков. Наибольшая среднегодовая скорость ветра наблюдается в Благовещенском районе, наименьшая — в Бийском [67, 68, 16, 52].

Влияние больших площадей суши, которые окружают край, проявляется через трансформацию притекающих с севера арктических и с запада атлантических воздушных масс. В течение всего года преобладающей над территорией воздушной массой (около 50 %) является континентальный воздух умеренных широт, холодный зимой и теплый летом. «Частым гостем» также является воздух Арктики (33 %), гораздо реже приходят сюда другие воздушные массы: морской арктический (8 %), континентальный тропический (5 %), морской умеренный (4 %).

Наиболее сухой и жаркой является западная равнинная часть. Климат здесь местами резко континентальный. В восточном и юго-восточном направлении происходит увеличение осадков от 230 мм до 700 мм в год. Среднегодовая температура увеличивается к юго-западу края. Господствующий западно-восточный перенос воздушных масс приобретает юго-западное направление благодаря наличию горного барьера на юго-востоке региона. В летние месяцы часто наблюдаются северные ветры. Скорость ветров юго-западного и западного направлений в 20—45 % случаев превышает 6 м/с. С усилением ветра в степных районах края связано возникновение суховеев. Зимой в периоды активной циклонической деятельности в крае повсеместно отмечаются метели, повторяемость которых от 30 до 50 дней в году.

В среднем, снежный покров устанавливается во второй декаде ноября, а разрушается в начале апреля. Высота снежного покрова составляет в среднем 40—60 см, в западных районах уменьшается до 20—30 см. Глубина промерзания почвы колеблется от 50 до 80 см, на оголённых от снега степных участках возможно промерзание на глубину до 2,5 м [67, 68, 16, 52].

## **2.2 Геологическое строение**

На юго-восточной окраине Западно-Сибирской плиты раскинулась равнинная часть территории края. На востоке и юге территории поднимаются складчато-глыбовые сооружения Салаира и Алтая.

В основе равнин и плато Алтайского края лежит молодая платформа, имеющая двухъярусное строение: глубоко опущенный, покрытый осадочным чехлом из отложений мезо-кайнозойского времени складчатый палеозойский фундамент. Нижний ярус, глубина залегания которого изменяется от 0-200 до 500-1200 м, ступенями опускается от предгорий Алтая и Салаира в сторону Кулунды.

Схематическое геологическое строение всей территории края представлено на рисунке 2.2, в правой части которого изображены горы, в левой – Кулундинская равнина. В середине рисунка изображены Приобское плато, Бийско-Чумышская возвышенность, долина реки Обь.

Палеозойский фундамент выглядит как гигантская лестница, состоящая из четырех ступеней. Самой нижней ступенью является Кулундинская, поверхность которой погружена на 500 – 1200 м. Южнее следуют Барнаульская, Бийская и Рубцовская структурные ступени (террасы). Далее, в южном и юго-восточном направлениях, палеозойский фундамент в виде горных сооружений Алтая и Салаира выходит на дневную поверхность.

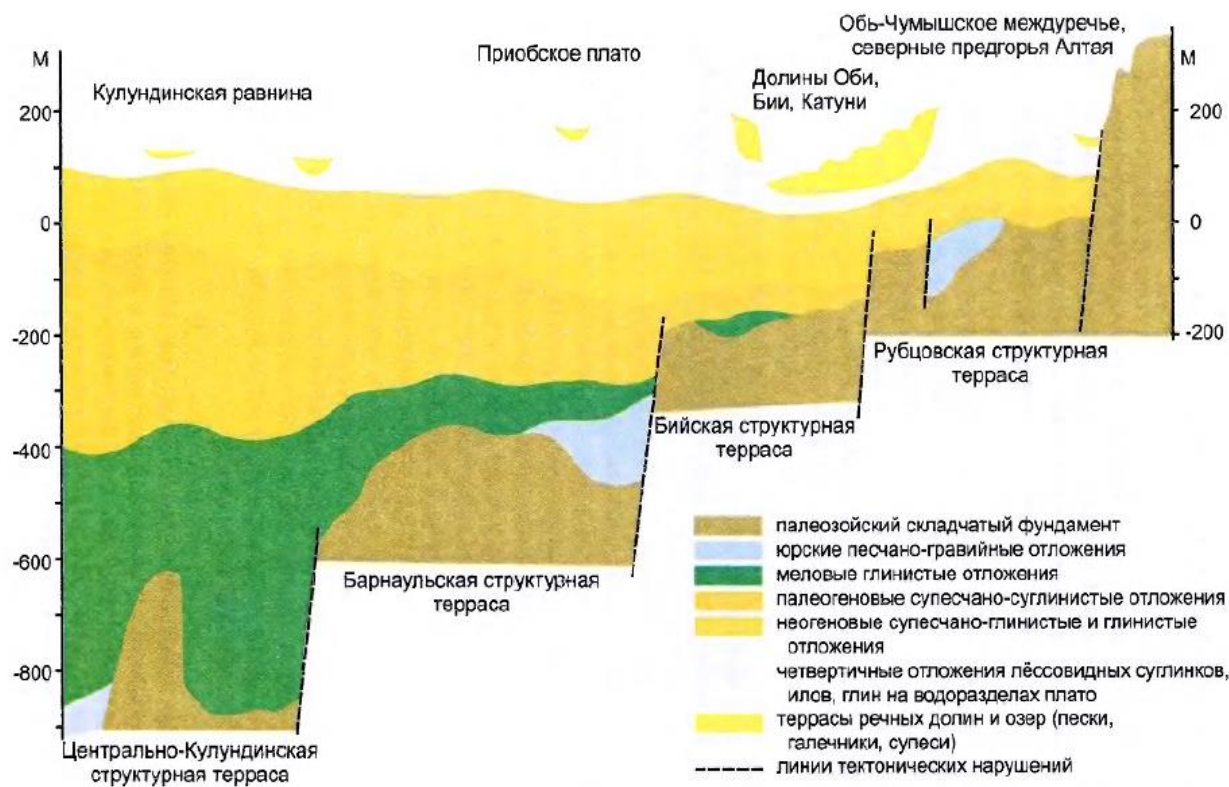


Рисунок 2.2 – Разрез верхних слоев земной коры [68]

В области герцинской (позднепалеозойской) складчатости лежит юго-западная часть Алтайской горной системы (в пределах края – это территории Третьяковского, Змеиногорского и Локтевского районов). К области каледонской (раннепалеозойской) складчатости относятся восточная часть Алтая и Салаир [68].

Горные породы протерозойского времени, встречающиеся на Салаире – наиболее древние на территории края породы, представленные глинистыми сланцами, порфиритами, туфами, известняками и мраморами. Значительную мощность (до 3000 м) имеют палеозойские отложения кембрийского и ордовикского времени. В их числе: песчаники, глинистые сланцы, конгломераты, известняки. Породы силурийского возраста, залегающие ниже, представлены алевролитами, гравелитами, песчаниками, мергелями и известняками. Они распространены совместно с ордовикскими толщами Северного Алтая. Толщи девонского возраста, состоящие из сланцев, известняков, песчаников, аргиллитов и конгломератов, отмечены в Коргонском хребте (мощность 300-3000 м).

Отложения мезозойской эры представлены менее широко, состоят в основном из пестроцветных глин и песков. Небольшими участками распространены палеоген-неогеновые отложения на юге Салаира и севере Алтая. Зачастую это пески с галькой и глинистым цементом, а также пестроцветные глины. Осадочный чехол палеозойской платформы представлен юрскими континентальными, прибрежно-морскими угленосными и пестроцветными отложениями с прослоями мергелей и известняков.

Несколькими слоями из глин и мелкозернистых песков с примесью гравийно-галечного материала сложена осадочная толща Кулундинской равнины неогенового времени. Песками, суглинками и супесями представлен самый верх. Некоторая часть отложений имеет морское происхождение. Также на Алтае широко встречаются интрузивные образования из различных гранитных пород.

Слоем от 10 до 200 м повсеместно распространены четвертичные отложения, представленные преимущественно лёссовидными суглинками и супесями с прослоями мелкозернистых песков. Чередующимися слоями горизонтов погребенных почв, лёссовидных суглинков и супесей покрыто Приобское плато. Прорезающие плато с юго-запада на северо-восток ложбины древнего стока заполнены в основном песками. Их положение обозначено ленточными сосновыми борами.

Серия надпойменных террас, сложенных галечниками, песками, суглинками, сформирована в долинах рек, которые стекают в Обь. Современные отложения представлены лёссовидными суглинками, ветровыми и озёрными осадками и аллювием пойм.

### **2.3 Гидрологические и гидрогеологические аспекты**

Исследуемая нами территория расположена в пределах двух гидрогеологических структур I порядка – Западно-Сибирского сложного артезианского бассейна и Алтае-Саянской сложной гидрогеологической области [95]. В мезозойскую и кайнозойскую эру на площади артезианского бассейна Западной Сибири происходило плавное погружение палеозойского фундамента в направлении с востока на запад. В результате происходило образование вод преимущественно аллювиального и озерно-аллювиального происхождения, связанных стратиграфически с неоген-четвертичными отложениями.

В сложной гидрогеологической Алтае-Саянской области, которая расположена в зоне развития пород интрузивного и терригенно-вулканогенного происхождения палеозой-мезозойского фундамента, происходило формирование трещинных, трещинно-жильных и трещинно-карстовых вод, имеющих значительную глубину залегания (до 100 м и более) и ограниченный водообмен, являющийся причиной их засоленности.

Водоемы и водотоки представляют поверхностные воды территории. Главными водными артериями являются бассейны рек Алей и Чарыш с маловодными притоками, которые пересыхают в летнее время. Режим рек весьма непостоянный. Его обуславливает выпадение сезонных атмосферных осадков, наибольшая часть которых наблюдается весной и осенью [18].

Для рек характерно снеговое питание, которое происходит в основном за счет поверхностного стока в горных областях, а также в результате разгрузки подземных вод. Поверхностные водоемы (болота и озера), а также реки, которые питаются родниками и атмосферными осадками обеспечивают поступление воды в небольших количествах. До 90 % годового стока реки Алей наблюдается во время весеннего половодья (апрель – май) [17]. Её воды гидрокарбонатно-сульфатные кальциево-натриевые, имеют жесткость до 3,9 мг-экв/л и минерализацию в зимнюю и летнюю межень – 1,5–2,0 г/дм<sup>3</sup>. Водные притоки реки Алей имеют следующие типы минерализации: гидрокарбонатно-кальциевый (отмирающие протоки р. Алей, реки Склюиха и Башмачиха), гидрокарбонатно-сульфатно-натриевый, сульфатно-хлоридно-натриево-калиевый (реки Кизиха, Поперечная, Таловка, Землянуха и Пospelиха). Уровень минерализации этих рек изменяется от 0,49 до 21,2 г/дм<sup>3</sup> [96].

Воды реки Чарыш имеют гидрокарбонатно-кальцево-магниевый тип минерализации, уровень которой в среднем составляет 0,2 г/дм<sup>3</sup>. В районах с развитой селитебно-хозяйственной деятельностью уровень минерализации достигает 0,6 г/дм<sup>3</sup>. Такой санитарно-гигиенический показатель, как жесткость составляет 4 ммоль/дм<sup>3</sup> [1]. Многим озерам характерно паводковое питание. В этих озерах, в условиях интенсивного испарения, происходит формирование соленых вод хлоридно-натриевого типа с высокими показателями щелочности и минерализацией до 35 г/дм<sup>3</sup>, которая повышается с каждым годом. На режим всех озер оказывают влияние сезонные климатические условия, под действием которых озера мелеют к концу лета, а некоторые из них вовсе пересыхают [97].

Учитывая формационную принадлежность водовмещающих пород выделяется несколько типов гидрогеологических подразделений [17, 18, 96, 98]:

- голоценовый водоносный аллювиальный озерный, и болотный; верхне-неоплейстоцен-голоценовый относительно водоносный делювиальный и элювиально-делювиальный; верхне-неоплейстоценовый водоносный аллювиальный первой надпойменной террасы; верхне-неоплейстоцен-голоценовый водоносный озерный горизонт;

- средне-верхне-неоплейстоценовый водоносный эоловый и аллювиальный комплекс;

– верхненеоплейстоцен-голоценовый относительно водоносный элювиально-делювиальный, коллювиальный и пролювиальный; ниже-средненео-плейстоценовый относительно водоносный лессоидный и озерный горизонты;

– эоплейстоценовый водоупорный озерно-аллювиальный горизонт.

Подземные воды аллювиальных, озерных и болотных отложений объединены ограниченно развитым *голоценовым водоносным аллювиальным и болотным горизонтом* (*a, lQ<sub>H</sub>*). На глубинах до 5 метров залегают безнапорные воды, содержащиеся в аллювиальных супесях и суглинках, реже в иловатых песках поймы р. Алей. Отложениям характерна очень низкая водообильность. Воды в основном гидрокарбонатные кальциевые, умеренно жесткие и мягкие, минерализация слабая. Воды данного горизонта имеют тесную связь с поверхностными водами озер и болот, которые являются одним из источников, питающих его весной и оказывающих влияние на химический состав вод и минерализацию.

В низкогорных районах широкое развитие присуще *верхненеоплейстоцен-голоценовому относительно водоносному делювиальному и элювиально-делювиальному горизонту* (*e, dQ<sub>III-H</sub>*), который приурочен к линзам и слоям суглинков и супесей. Ему характерно инфильтрационное питание. В коренные породы, а также в открытые водотоки и водоемы идет разгрузка. Грунтовые воды залегают на глубине 3–5 м. Воды гидрокарбонатные кальциевые, имеют слабую минерализацию, содержание сухого остатка в водах колеблется от 0,5 до 0,8 г/дм<sup>3</sup> [15].

На востоке исследуемой территории выделяется *верхненеоплейстоцен-голоценовый относительно водоносный элювиально-делювиальный, коллювиальный и пролювиальный горизонт* (*ed, c, pQ<sub>III-H</sub>*) с гидрокарбонатными кальциево-натриевыми и натриево-кальциевыми водами, минерализация и жесткость которых 0,08–0,18 г/дм<sup>3</sup> и 2–3,5 мг-экв/л соответственно. Он образует непостоянные водоносные горизонты типа верховодки. Горизонт залегают на глубинах 0,5–10 м, годовая амплитуда колебания уровня не превышает 0,24 м. Дебиты в основном нисходящих источников – 0,01–0,6 л/с.

На ограниченных участках овражно-балочной сети, а также на склонах водоразделов выделяется *верхненеоплейстоцен-голоценовый водоносный озерный горизонт* (*lQ<sub>III-H</sub>*), приуроченный к водопроницаемым линзам и слоям незначительной мощности, которые залегают на глубинах до 10 м. Зимой наблюдается плавное снижение уровня грунтовых вод, минимум которого достигается в апреле. Воды пресные гидрокарбонатные кальциевые, реже солоноватые, в анионном составе преобладают сульфаты.

Разнозернистые пески с гравием и галькой, мощность которых меняется от 4–8 до 15–20 м, являются водовмещающими породами *верхнеплейстоценового водоносного аллювиального горизонта первой надпойменной террасы (aQIII)*, залегающего на глубине от 1–2 до 4–6 м. Состав вод сульфатно-гидрокарбонатный кальциевый. Минерализация варьирует от 1,0 до 2,5 г/дм<sup>3</sup>. Воды безнапорные, используются в целях хозяйственно-питьевого водоснабжения населения. Водообильность не выдержана и определяется гранулометрическим составом водовмещающих пород.

Климатические факторы определяют режим вод горизонтов, указанных выше. За счет инфильтрации атмосферных осадков и весеннего таяния поверхностных вод происходит питание водоносных горизонтов, которые разгружаются в старицы и долинно-дефляционные озера и болота.

На западе, в пределах сосновых боров распространен *средневерхнеплейстоценовый водоносный эоловый и аллювиальный комплекс (aQII-III<sub>кст</sub>) (кузхтанарский горизонт, касмалинская свита)*. Вместе с аллювием в состав комплекса включены покровные эоловые водопроницаемые и безводные пески и супеси, мощность которых 1–3 м. Их подстилают отложения кочковской свиты, а в местах ее размыва – отложения павлодарской свиты. Воды взаимосвязаны гидравлически по причине отсутствия регионального водоупора. Илы, пески с гравием и галькой – водовмещающие породы. Мощность горизонта изменяется от бортов древних долин (6 м) к их центральной части (40 м). Воды пресные, мягкие и умеренно жесткие, имеют слабый напор и незначительную водообильность. Тип минерализации – гидрокарбонатно-хлоридный и гидрокарбонатно-сульфатный, показатель которой находится на уровне 0,5–0,6 г/дм<sup>3</sup>, редко достигая 1,4 г/дм<sup>3</sup>. Посредством атмосферных осадков, инфильтрация которых происходит через песчаный состав отложений, осуществляется питание комплекса. Разгрузка происходит за счет испарения в нижележащих водоносных горизонтах и глубоких озерных котловинах. Вода расходуется на хозяйственно-питьевые нужды населения.

Лессовидные суглинки, супеси, линзы и прослои песков представляют *нижне-среднеплейстоценовый относительно водоносный лессовидный и озерный горизонт (L, I<sub>Q</sub>I-III<sub>кд</sub>) (краснодубровская свита)*, воды которого регионально не выдержанные, смешанные, с гидрокарбонатно-сульфатным и сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатно-натриево-кальциево-магниевым типом минерализации, изменяющейся от 0,4 до 1,4 г/дм<sup>3</sup>. Водоносные пачки и линзы залегают на глубине от 10 до 40 м. Об ограниченности водообильности свидетельствует питание, которое происходит за счет менее поверхностных вод и атмосферных осадков. Разгрузка осуществляется через



малодебитные источники в руслах рек. Воды этого горизонта не представляют практического интереса, их используют одиночными скважинами для хозяйственно-бытовых нужд местного населения.

*Эоплейстоценовый водоупорный озерно-аллювиальный горизонт ( $laQ_{Ek\check{c}}$ ) (кочковская свита)* водонепроницаем, выдержан по площади и по мощности, залегает на глубинах от 3 до 30 м. Его слагают плотные глины, мощностью до 100 м.

К отдельным массивам интрузивных образований, которые залегают среди водоносных отложений палеозоя, приурочены *воды зон трещиноватости интрузивных палеозойско-мезозойских пород (PZ–MZ)*. Они пресные гидрокарбонатные и гидрокарбонатно-кальциевые. Трещиноватые граниты, гранодиориты и плагиограниты являются водовмещающими породами. Верхняя зона физического выветривания, мощность которой не более 30–50 м, обычно обводнена. [15].

На исследуемой площади действует 11 учтенных водозаборов, в числе которых два больших водохранилища, емкостью более 10 млн м<sup>3</sup> – Склюихинское и Гилёвское. Склюихинское водохранилище снабжает водой г. Рубцовск. Расположенное на реке Алей Гилёвское водохранилище обеспечивает устойчивым водоснабжением Рубцовский селитебно-промышленный узел, сёла и города, тяготеющие к реке Алей. Также воды Гилёвского водохранилища используются в Алейской оросительной системе.

Наибольшее проявление интенсивного техногенного воздействия на поверхностные и подземные воды наблюдается в крупных городах – Рубцовске, Змеиногорске, Горняке и других районных центрах, где сосредоточены очистные сооружения, автозаправочные станции, предприятия с различными видами отходов и их хвостохранилища. Проблемы водообеспечения в этих пунктах создаются в результате неравномерного распределения водных ресурсов и их интенсивного и нерационального использования, что в свою очередь усугубляется загрязнением водных источников.

Промышленно-ливневые сточные воды – основные источники загрязнения поверхностных водных объектов, их сброс без достаточной очистки приводит к повышению в водоемах содержания фенолов, нефтепродуктов и тяжелых металлов. В Курьинском районе расположено единственное санкционированное захоронение отходов. Мониторинг состояния недр не проводится [95].

В следствие описанных выше обстоятельств, вода в р. Алей является непригодной для питьевых нужд, в ней содержится большое количество кишечных палочек. Воды реки Алей в настоящее время могут использоваться только для хозяйственно-технических целей и орошения, при условии создания на них искусственных водоемов [99].

В тайких районах, как Рубцовский, Новогорьевский, Краснощёковский и Поспелихинский, используются воды с повышенной минерализацией (от 1 до 3 г/дм<sup>3</sup>). В пробах питьевых вод Третьяковского, Рубцовского, Локтевского и Змеиногорского районов выявлено высокое содержание соединений железа и марганца, в связи с чем в районах наблюдаются высокие показатели заболеваний мочекаменной и желчекаменной болезнью [19].

## 2.4 Металлогения

Район исследования в металлогеническом отношении приурочен к так называемому Рудно-Алтайскому металлогеническому поясу, в пределах которого известно более 50 промышленных, а также большое количество Cu-Pb-Zn месторождений (рисунок 2.3). Помимо основных, эти месторождения содержат целый ряд других полезных компонентов, таких как Au, Ag, Cd, Ge, In, Ga и др. Протяженность рудного пояса более 500 км, ширина – 100 км. С юго-запада пояс граничит с Калба-Нарымской зоной, а на северо-востоке – с Горным Алтаем. В Казахстане расположена большая часть этого пояса, северо-западная часть продолжается в России, а юго-восточная – в Китае.

В период среднего и верхнего девона Рудный Алтай представлял собой островодужную область, которая была сформирована на энциалической коре пассивной континентальной окраины [71, 23]. Структурный план в пределах Рудного Алтая представлен Алейским и Синюшинским геоантиклинорными поднятиями и Быструшинским и Белоубинским синклинорными прогибами. В геологическом строении исследуемой территории выделяются два структурных яруса: каледонский, который сложен интенсивно дислоцированными кварц-серицитовыми и серицит-хлоритовыми сланцами (Pz<sub>1</sub>), и герцинский, который представлен девонским вулканогенно-осадочным комплексом, резко несогласно перекрывающим каледонское складчатое основание [82]. Преимущественно алевропесчаниками сложены терригенно-осадочные отложения, а вулканогенные породы относятся к островодужной контрастной базальт-риолитовой формации.

Региону свойственны вулканические аппараты центрального типа, размещение которых контролируется субширотными разломами и узлами их пересечения со структурами северо-западного простирания (Северо-Восточная и Иртышская зоны смятия). Тесную связь с базальт-риолитовой формацией девонского возраста имеет колчеданно-полиметаллическое и полиметаллическое оруденение, распределению которого свойственен четко выраженный узловый характер. На территории России в пределах рассматриваемой территории выделяется три рудных района: Змеиногорский, Золотушинский и Рубцовский.

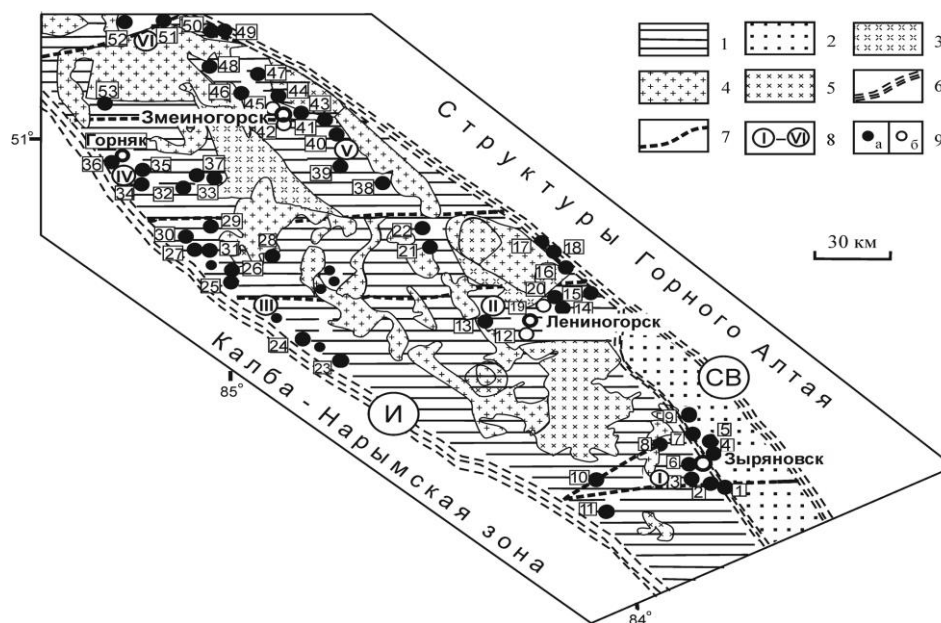


Рисунок 2.3 – Структурно-формационная схема Рудного Алтая. Составлена с использованием материалов Рудно-Алтайской экспедиции [13]

1 – средне-верхнедевонские островодужные вулканогенно-осадочные образования Рудного Алтая; 2 – отложения Белоубинско-Маймырского задугового прогиба; 3 – дойфельский комплекс (D<sub>2</sub>): диориты, кварцевые диориты, грано-диориты, плагиограниты; 4 – средне-верхнекаменноугольные (C<sub>2-3</sub>) гранодиориты, диориты, плагиограниты и адемелиты (змеиногорский комплекс); 5 – верхнепермские–нижнетриасовые (P<sub>2</sub>–T<sub>1</sub>) порфирировидные биотитовые и биотит-роговообманковые граниты (калбинский комплекс); 6 – основные разломы, разделяющие складчатые системы (И – Иртышская, СВ – Северо-Восточная зоны смятия); 7 – поперечные разломы; 8 – рудные районы; 9 – месторождения: а – колчеданно-полиметаллические и медноколчеданные, б – барит-полиметаллические. I – Зырянский рудный район, месторождения: 1 – Греховское, 2 – Снегиревское, 3 – Зырянское, 4 – Богатыревское, 5 – Осочихинское, 6 – Майско-Зырянское, 7 – Путинцевское, 8 – Парыгинское, 9 – Малеевское, 10 – Заводинское, 11 – Бухтарминское; II – Лениногорский район, месторождения: 12 – Ридер-Сокольное, 13 – Тишинское, 14 – Шубинское, 15 – Старковское, 16 – Стрижковское, 17 – Гуслияковское, 18 – Чекмарь, 19 – Новолениногорское, 20 – Успенское, 21 – Анисимовское, 22 – Снегиринское; III – Прииртышский рудный район, месторождения: 23 – Белоусовское, 24 – Иртышское, 25 – Березовское, 26 – Новоберезовское, 27 – Николаевское, 28 – Покровское, 29 – Шемонаихинское, 30 – Камышинское, 31 – Артемьевское; IV – Золотухинский рудный район, месторождения: 32 – Юбилейное, 33 – Крючковское, 34 – Золотухинское, 35 – Новозолотухинское, 36 – Орловское, 37 – Гериховское, 53 – Локтевское; V – Змеиногорский рудный район, месторождения: 38 – Воровское, 39 – Семеновское, 40 – Масляное, 41 – Лазурское, 42 – Змеиногорское, 43 – Корбалихинское, 44 – Среднее, 45 – Зареченское, 46 – Стрижковское, 47 – Майское, 48 – Тушканихинское; VI – Рубцовский рудный район, месторождения: 49 – Степное, 50 – Таловское, 51 – Захаровское, 52 – Рубцовское.

Золотухинский рудный район расположен в северо-западной части Рудного Алтая и приурочен к юго-западному крылу Алейского антиклинория. Рудоносный разрез района слагают ниже-верхнедевонские вулканогенно-осадочные отложения, выделенные в березовскую, таловскую и каменевскую свиты. Колчеданное оруденение локализуется на двух литолого-стратиграфических уровнях. Более значимым по масштабу оруденения является нижний эйфельский уровень, включающий медно-цинково-колчеданные месторождения Орловское, Золотухинское, Новозолотухинское и Локтевское. Все эти месторождения, средние содержания основных рудных компонентов которых представлены в таблице 2.1, локализируются вблизи контакта существенно терригенно-осадочных отложений березовской свиты и перекрывающих риолит-дацитовых

вулканогенных образований таловской свиты, а также в апикальных частях субвулканических порфировых тел. Верхний франский уровень с месторождениями Юбилейное и Сургутановское проявлен среди пестрой вулканогенно-осадочной толщи каменевской свиты, сложенной переслаиванием брекчий, песчаников, алевролитов, туфов и лав риолит-дацитового состава. Рудные залежи тяготеют к грубообломочным осадочным горизонтам и ореолам развития субвулканических тел риолит-дацитовых порфиров [12, 13].

Таблица 2.1 – Пределы вариации (в числителе) и средние содержания (в знаменателе) основных рудных компонентов Cu, Zn, Pb (мас. %) и элементов-примесей (г/т) в колчеданно-полиметаллических месторождениях Рудного Алтая [13]

Кол-во месторождений и проб	Cu	Pb	Zn	Au	Ag	Cd	As
9, 145	$\frac{0.4-4.6}{1.8}$	$\frac{1-6.3}{2.8}$	$\frac{4.2-11}{6.7}$	$\frac{0.25-1}{0.6}$	$\frac{12-148}{55}$	$\frac{320-890}{580}$	$\frac{200-9300}{2900}$
Кол-во месторождений и проб	Sb	Bi	In	Te	Se	Co	
9, 145	$\frac{100-1400}{900}$	$\frac{20-90}{70}$	$\frac{0.1-35}{6.2}$	$\frac{2-40}{14}$	$\frac{27-230}{86}$	$\frac{50-130}{50}$	

Барит-полиметаллические месторождения установлены лишь в Лениногорском (Риддер-Сокольное, Ново-Лениногорское) и Змеиногорском (Зареченское, Змеиногорское) рудных районах. Месторождения этого типа локализуются на нижних литолого-стратиграфических уровнях в отложениях кряковской и березовской свит. Отличительной особенностью этих месторождений являются низкая колчеданность, повышенное содержание барита, золота (4.3–40.3 г/т) и серебра (43–390 г/т). Эти месторождения характеризуются более сложным минеральным составом, включающим до 40 рудных и нерудных минералов. Наиболее распространенными рудными минералами являются сфалерит, галенит и халькопирит. В меньшем количестве (до 5% суммарно) развиты блеклая руда, марказит, пирит, дигенит, алтаит, магнетит, гематит, аргенит, электрум, самородное золото, серебро и др. Основные нерудные минералы представлены баритом, кальцитом и кварцем. В рудах установлены повышенные содержания Cd, Sb, In и Te.

Изотопный состав серы руд ( $\delta^{34}\text{S} = -2.8\%$ ) также свидетельствует об ее эндогенном источнике. Несколько облегченный ее состав связан, вероятно, с более окислительной обстановкой их образования в приповерхностных условиях [66]. Формирование месторождений характеризуется многостадийностью и относительно невысокими температурами (200–300°C) [12]. Причем заключительные стадии рудообразования характеризовались более высокими температурами, чем начальные.

## Золотушинское рудное поле

Золотушинское месторождение и прилегающие к нему рудные зоны детально изучены и описаны в опубликованных работах [24–32]. Месторождение формировалось в хорошо расслоенной толще моноклинально залегающих вулканических агломератов и эффузивов, содержащих прослойки мелкообломочных осадочных и туфогенно-осадочных пород. Под вулканическими агломератами на глубине свыше 500–1000 м погребен каледонский фундамент, разбитый разломами и имеющий неровный рельеф тектонического происхождения. Струи минерализующих растворов и небольшие порции средних и основных магм, давших дайки позднего комплекса, проникли в эродированную вулканическую постройку по вертикальным разломам северо-западного простирания. Растекаясь по многочисленным нарушенным межпластовым швам, трещинам и порам в вулканогенно-осадочной толще, гидротермальные растворы интенсивно воздействовали на породы этой толщи в зоне, длина которой превышает несколько километров, а ширина равна 500—600 м. Вся эта зона характеризуется таким взаимоотношением каналов движения растворов, который свойствен рудолокализирующим структурам клиновидного типа. В этом отношении она во многом напоминает описанную шатровую структуру Зырянска. Рудные залежи и минерализованные зоны Золотушинского рудного поля полого погружаются в южном направлении. В этом же направлении они сближаются и соединяются, образуя род рудного пучка [27, 30, 31].

Дорудные изменения пород в этой структуре выражались вначале в простой перекристаллизации и гидролитическом разложении пород с образованием вторичных кварца, серицита и хлорита. Два первых минерала возникали повсеместно при разложении полевых шпатов и калийсодержащего базиса порфировых туфов и туффитов. Хлорит и магниезально-железистые карбонаты в больших количествах образовались в основных туфах, туффитах и эффузивах. Эти собственно метаморфические изменения, происходившие без существенного привноса и переотложения породообразующих компонентов, к концу этапа стали перерастать в метасоматические. Магниезальный и щелочной метасоматоз, сопровождавшийся пиритизацией пород, для данного месторождения наиболее характерны. В участках активной циркуляции растворов породы подверглись хлоритизации, серицитизации, пиритизации и карбонатизации. Местами отложились моно- и биминеральные метасоматические породы. Весьма широко распространены хлоритовые, хлорит-антигоритовые, хлорит-доломитовые и хлорит-серицитовые породы, всегда содержащие пирит и рутил. Хлоритовые породы состоят на 10—15% из магнезии и на 20—25% из глинозема. Породы, так же, как и на Зырянском месторождении, нередко вмещают руды или имеют с ними непосредственные контакты.

Менее распространены, но характерны для рудолокализирующих контактов существенно серинитовые, сериинт-доломитовые, серицит-хлорит-доломитовые и кварц-серницитовые гидротермальные породы. Размещение этих пород в рудной зоне таково, что приходится предполагать значительные расстояния переноса, выщелоченного из боковых пород магния и калия к местам массового их отложения. Кремнекислота (а также глинозем), напротив, заметному переотложению не подвергается. Все кварцитовидные породы представляют собой изначально существенно кремнистые алевропелиты и алевролиты, частью порфиры и их туфы, из которых при перекристаллизации были вынесены растворами большая часть щелочей и магнезии. Почти весь кремнезем и глинозем в породах при этом сохраняется.

Рудный этап начинается с отложения из растворов прожилкового кварца, карбонатов, пирита. Продолжается отложение хлорита, серицита и мусковита. В эту стадию кристаллизуется основная масса пирита в форме густых вкрапленников и сплошных скоплений в хлоритовых, карбонатно-серицитовых и серицито-кварцевых породах. Пирит продолжает выпадать и во вторую стадию рудного этапа, однако в это время начинают отлагаться ранние халькопирит и сфалерит, преимущественно в виде вкрапленников. Одновременно образуются в измененных породах прожилки и гнезда карбонатов, доломит-серицитовые, хлорит-доломитовые агрегаты и крупночешуйчатые калиевые слюды.

В третью стадию отлагается основная масса сфалерита и галенита, которым сопутствуют пирит, халькопирит, сурьмянистая блеклая руда, доломит, барит, кальцит, кварц, серицит, амезит, а из редких рудных – серебро, золото, борнит, алтаит, гессит и некоторые другие. Количественно преобладают вкрапленные и сплошные руды, менее распространены – прожилковые. Относительное количество нерудных минералов в рудной массе характеризуется следующими данными: хлорита – 52%, серицита – 14%, кварца – 13%, карбонатов – 13%, барита – 6%. Отношения свинца, меди, и цинка равно 1:1:3,5. Количество пирита превышает количество галенита не менее чем в 5 – 6 раз. Составы гидротермально-метасоматических зон и рудных залежей Золотушинского месторождения в общем близки таковым Зыряновского, хотя имеются и существенные отличия. На Золотушинском месторождении не известны кварц-микроклиновые и биотит-флогопитовые метасоматические породы, зато хлоритовое и доломитовое замещение в прерудный этап здесь развито, по-видимому, более широко. Относительное количество в рудах пирита, сфалерита и халькопирита здесь значительно большее, чем в рудах Зыряновска, а месторождение в целом отличается более высоким содержанием цветных металлов [25].

## 2.5 Общая характеристика Алтайского горно-обогатительного комбината

Горняк – город Алтайского края, административный центр Локтевского района. Основан в 1942 году, статус города получил в 1969 году. Город расположен в 360 км от Барнаула на реке Золотуха, на юго-западе Алтайского края у северо-западных Алтайских гор, южнее Колыванского хребта, недалеко от границы с Казахстаном. Название Горняк обусловлено горнопромышленным профилем селения. Климат резко континентальный. Население 12 972 человека (по данным на 2017 г).

Алтайский горно-обогатительный комбинат занимался добычей и обогащением руды, производством меди, цинка, свинца, олова, алюминия. В районе расположены большие месторождения полиметаллов, известняка, гранита.

В 1981 году, на базе Золотушинского рудоуправления был образован «Алтайский горно-обогатительный комбинат». В 1986-1990 г.г. Алтайский горно-обогатительный комбинат включал в себя ряд месторождений: Золотушинское, Ново-Золотушинское, Зареченское, Среднее, Таловское, Степное, Рубцовское, Корбалихинское, Юбилейное и ряд других месторождений руд цветных металлов в Локтевском, Рубцовском, Третьяковском и Змеиногорском районах Алтайского края.

Велась разработка шлаков бывших Локтевского и Змеиногорского заводов. Конечная продукция – концентраты руд цветных металлов: свинцовый, цинковый, медный, в которых также содержится золото, серебро, кадмий и другие металлы.

В середине 90-х годов, в сложное время для России, Алтайский горно-обогатительный комбинат признали нерентабельным. Вместо того чтобы комбинат законсервировать, с его большими показателями и богатыми месторождениями, в 1995 году комбинат был обанкрочен и закрыт, подъемные копры были срезаны, горизонты были затоплены водой, а фабрика и строительные сооружения горно-обогатительного комбината были разобраны [124].

За время работы АГОКа вблизи г. Горняк было складировано два больших хвостохранилища, общая площадь которых составляет около 1 км<sup>2</sup>, объем – 11 млн. м<sup>3</sup>. Оба объекта ограничены намывными дамбами, высота которых достигает 15 м [100].

Нерекультивированные хвостохранилища являются источником экологических проблем для г. Горняк и его окрестностей, так как с их поверхности идет распространение пыли, что способствует загрязнению компонентов окружающей среды, таких как почва, растения, поверхностных воды и воздух тяжелыми металлами. Помимо этого, существует реальная угроза подтопления прилегающих жилых массивов токсично загрязненными шахтными водами [101].

### 3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

#### 3.1. Фактический материал, отбор проб

Объектом исследования являются антропогенные карбонатные отложения, отобранные из бытовой теплообменной посуды местного населения. Предмет исследования – элементный и вещественный состав.

Работы по отбору проб проводились в сентябре 2017 года на территории Алтайского края в населенных пунктах: г. Горняк, с. Вторая Каменка, с. Николаевка (рисунок 3.1):



Рисунок 3.1 – Карта размещения территорий исследования [19]

В городе Горняк было отобрано 19 проб, в селе Николаевка – 1 проба, в селе Вторая Каменка – 1 проба в качестве условного фона.

Для выявления региональных особенностей накопления химических элементов в накипи природных пресных вод были использованы материалы для объектов Джидинский W-Мо комбинат (Республика Бурятия), Урское и Комсомольское хвостохранилища (Кемеровская область).

В виду отсутствия в настоящее время каких-либо регламентирующих нормативных документов (ГОСТов, методических указаний) отбор, подготовка и анализ проб накипи выполнялся, согласно методике, изложенной в патенте [74].

Накипь отбиралась у населения из различной посуды (эмалированные и электрические чайники, самовары, кастрюли, котлы), в которой многократно кипятили воду, используемую в питьевых целях. В тех случаях, когда карбонатные образования



прочно держались на стенках посуды, пробы осторожно снимались с помощью скальпеля, изготовленного из нержавеющей стали, что позволяет свести риск привноса в пробу посторонних включений к минимуму. Во всех полученных пробах использовалась водопроводная вода или вода из скважин (колонок). В качестве источника питьевых вод эксплуатируется первый от поверхности водоносный горизонт, представленный четвертичными отложениями.

Влияние материала различных типов посуды (полимерной и эмалированной) на химический состав накипи достаточно изучен в исследованиях Монголиной Т.А. [58] и Соктоева Б.Р. [73]. Как правило, результаты сравнения карбонатных отложений из различной посуды свидетельствуют об отсутствии эффекта влияния как на химический, так и на минеральный состав КОППВ (рисунок 3.2).

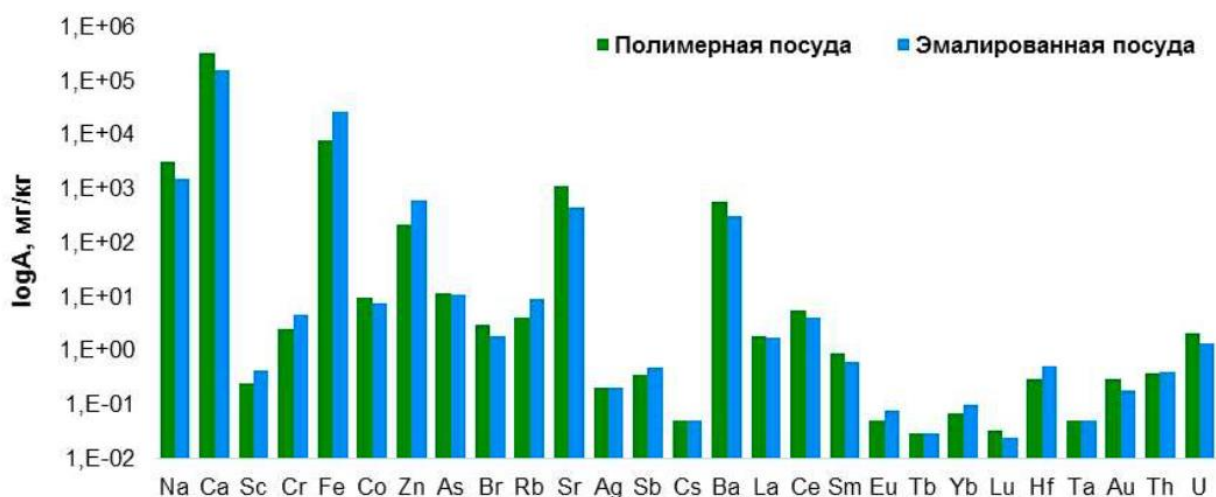


Рисунок 3.2 – Сравнительный анализ содержания химических элементов в накипи, образующейся в разных типах посуды [58]

### 3.2. Лабораторно-аналитические исследования

Нами в работе были использованы аналитические методы исследования, направленные на определение элементного и минерального состава накипи. Отобранные пробы карбонатных отложений, образовавшихся в бытовой теплообменной посуде, были проанализированы в сертифицированных лабораториях, работающих по аттестованным методикам. Удовлетворительная воспроизводимость и правильность определений является важным требованием ко всем аналитическим работам при эколого-геохимических исследованиях.

Для установления возможности использования накипи природных пресных вод в качестве индикаторной среды применялись следующие методы исследования: инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА) и рентгеновская дифрактометрия (XRD).

### *Инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА)*

Метод ИНАА – современный высокочувствительный вид анализа, эффективный для определения редких, редкоземельных и радиоактивных элементов с хорошими метрологическими параметрами. Данный анализ проводился на исследовательском реакторе ИРТ-Т в ядерно-геохимической лаборатории (ЯГЛ) ТПУ (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.518623 от 10.10.2011 г., аналитик – с.н.с. Судыко А.Ф., Богутская Л.В.) Пробы облучались в течение 20 часов. В канале облучения плотность потока тепловых нейтронов составляла  $2 \cdot 10^{13}$  нейтр./ $(\text{см}^2 \cdot \text{с})$ . Измерение было проведено на многоканальном анализаторе импульсов АМА 02Ф с полупроводниковым Ge-Li детектором ДГДК-63А.

Для метода ИНАА пробы накипи были высушены при комнатной температуре, истерты до состояния пудры в агатовой ступке и упакованы по 100 мг в пакетики из алюминиевой фольги, размером 1x1 см.

В 21 пробе карбонатных отложений были определены содержания 28 химических элементов (Na, Ca, Sc, Cr, Fe, Co, Zn, As, Br, Rb, Sr, Ag, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf, Ta, Au, Th, U).

### *Рентгеновская дифрактометрия (XRD)*

Рентгеновская дифрактометрия в наших исследованиях применялась для определения минерального состава антропогенных карбонатных отложений. Исследования были проведены в учебно-научной лаборатории оптической и электронной микроскопии Международного инновационного научно-образовательного центра (МИНОЦ) «Урановая геология».

Рентгеновская дифрактометрия (XRD – X-ray diffractometry) основана на способности рентгеновских лучей отражаться от плоских сеток, образованных атомами в кристаллической решетке минерала, что приводит к возникновению дифракционных отражений (дифракционных максимумов), каждое из которых характеризуется определенным межплоскостным расстоянием и интенсивностью.

Рентгенофазовый анализ 8 образцов проводился на рентгеновском дифрактометре Bruker D2 Phaser (рисунок 3.3) с реализацией съемки рентгенограмм в геометрии Брега-Брентано. Стандартные параметры съемки: анод – Cu (медь), напряжение рентгеновской трубки – 30 кВ, ток – 10 мА. Углы съемки  $2\theta$  при валовом анализе состава пробы составляли от  $20^\circ$  до  $90^\circ$ , вращение – 10 об./мин, выдержка – 1,5 сек в точке, шаг –  $0,02^\circ$ . Минимальная объемная доля определяемого минерала – 1 %.

Подготовка проб заключалась в истирании образцов в агатовой ступке до состояния пудры. Получившимся порошком без дополнительной обработки заполняли кювету из оргстекла и разравнивали до плоской поверхности. Для расшифровки полученных дифрактограмм применялся программный пакет Diffrac.EVA на основе баз данных рентгеновской порошковой дифрактометрии PDF2 Международного центра дифракционных данных (ICDD, Denver, USA).

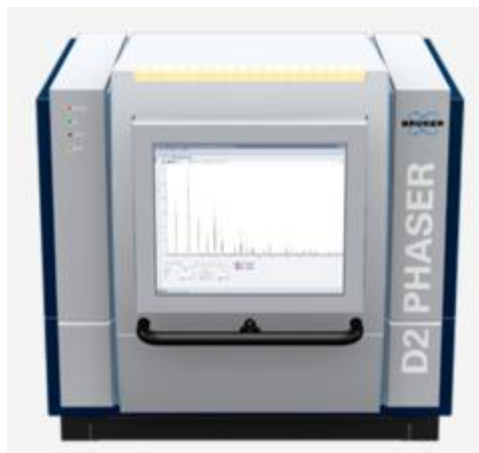


Рисунок 3.3 - Рентгеновский дифрактометр Bruker D2 Phaser

### 3.3. Обработка данных

Сбор и обработка аналитических данных проводились на персональном компьютере с использованием программ «Statistica 6.0» и «Microsoft Excel». В полученном с помощью метода ИНАА массиве данных концентрации элементов, которые оказались ниже предела обнаружения, были заменены половиной предела. При статистической обработке данных были определены: среднее значение, стандартная ошибка, медиана, мода, стандартное отклонение, дисперсия выборки, минимальное и максимальные значения, коэффициент вариации, асимметричность и эксцесс. Также проводилась проверка на нормальность распределения элементов в выборке тестами Колмогорова-Смирнова и Хи-квадрат. Степень значимости отличия распределения от соответствующего нормального закона качественно определялись по уровню значимости (Боровиков, 2003): не значимые ( $p \geq 0,1$ ), слабо значимые ( $0,1 > p \geq 0,05$ ), статистически значимые ( $0,05 > p \geq 0,005$ ), сильно значимые ( $0,005 > p \geq 0,0005$ ), высоко значимые ( $0,0005 > p$ ).

Для сравнительных характеристик рассчитывались коэффициенты парной корреляции Пирсона, по значениям которых были построены дендрограммы корреляционной матрицы. При расчете средних содержаний элементов из общей выборки

убирались «ураганные пробы». Принадлежность «ураганных проб» к выборке определялась по упрощенному способу оценки для малых выборок по формулам:

$$1) \tau_{\max} = (x_n - x_{n-1}) / (x_n - x_2)$$

$$2) \tau_{\min} = (x_2 - x_1) / (x_{n-1} - x_1)$$

где  $\tau_{\max}$  – критерий оценки наибольшего значения,  $\tau_{\min}$  – критерий оценки наименьшего значения,  $x_n$ ,  $x_{n-1}$ ,  $x_1$ ,  $x_2$  – последнее, предпоследнее, первое и второе значения выборочных данных.

Для выявления геохимической специализации рассчитывались коэффициенты концентрации (КК) относительно содержания химических элементов для карбонатных осадочных пород по Григорьеву [75], а также в образце накипи из воды оз. Байкал, полученной в исследованиях [73], и в образце накипи из воды в селе Вторая Каменка, полученной авторами:  $КК = C_i / C_n$

где  $C_i$  – концентрация химического элемента в выборке,  $C_n$  – концентрация химического элемента карбонатных осадочных пород, в накипи из воды оз. Байкал и в селе Вторая Каменка.

После расчета коэффициентов концентрации для каждого исследуемого района выстраивался ассоциативный геохимический ряд в порядке убывания значений. Также на основе результатов парной и множественной корреляций для выявления геохимической специализации рассчитывались индикаторные отношения химических элементов. В ходе исследования также было проведено сравнение средних значений концентраций химических элементов в антропогенных карбонатных отложениях города Горняк и села Николаевка с городами Закаменск, Урск, Комсомольск.

Иллюстративный материал выполнялся с использованием программы «CorelDRAW X8».

## **5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ЭЛЕМЕНТНОГО И МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА АНТРОПОГЕННЫХ КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ**

*Социальная или корпоративная социальная ответственность* (как морально-этический принцип) – 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 (ГОСТ Р ИСО 26000 – 2012) [110].

Цель раздела: проанализировать опасные и вредные факторы лабораторного и камерального видов производственной деятельности и решить вопросы обеспечения защиты от них на основе требований действующих нормативно-технических документов.

Рабочие места расположены в лаборатории (533 ауд.) и аудитории № 541 на пятом этаже здания (20 корпус ТПУ, Ленина 2/5, г. Томск), имеют естественное и искусственное освещение. Естественное освещение осуществляется через световые проемы (окна), искусственное освещение осуществляется системой общего равномерного освещения. Площадь на одно рабочее место с ПК с жидкокристаллическим монитором составляет не менее 4,0 м<sup>2</sup>, а объем на одно рабочее место – не менее 10 м<sup>3</sup>.

### **5.1 Производственная безопасность**

#### **5.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению**

Рабочие места расположены в лаборатории (533 ауд.) и аудитории № 541 МИНОЦ «Урановая геология» ИШПР на пятом этаже здания (20 корпус ТПУ, Ленина 2/5, г. Томск), имеют естественное и искусственное освещение. Площадь на одно рабочее место в ПК составляет не менее 4,5 м<sup>2</sup>, а объем – не менее 20 м<sup>3</sup>. В аудиториях имеются персональные компьютеры. Работы на ПК проводятся в помещении, соответствующем гигиеническим требованиям [114]. В таблице 5.1 приведены вредные и опасные факторы при работе на персональном компьютере.

Таблица 5.1 – Элементы производственного процесса, формирующие вредные и опасные факторы в рабочем помещении

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ) [105]		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Подготовка проб накипи для анализа на рентгеновском дифрактометре BRUKER D2 PHASER методом истирания в агатовой ступке. Обработка информации на персональном компьютере (обработка баз данных, набор текста и т.д.)	1. Отклонение показателей микроклимата в помещении. 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны. 3. Степень нервно-эмоционального напряжения. 4. Повреждение химическими реактивами, стеклянной посудой	Электрический ток	ГН 2.2.5.686–98 [102] ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ [107]. ГОСТ 12.1.38-82 [108]. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [115]. СНиП 23-05-95 [117]. СанПиН 2.2.4.548-96 [116]. ПНД Ф 12.13.1-03 [113]

Примечание: Пожарная и взрывная безопасность рассматривается в п. 5.4 как чрезвычайные ситуации.

Вредные факторы рабочего помещения, оборудованных ПК, включают в себя:

- отклонение показателей микроклимата в помещении,
- недостаточная освещенность рабочей зоны,
- степень нервно-эмоционального напряжения.
- повреждение химическими реактивами, стеклянной посудой

1. Отклонение показателей микроклимата в помещении. Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются: температура воздуха; температура поверхностей; относительная влажность воздуха; скорость движения воздуха; интенсивность теплового облучения. Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма [116].

Оптимальные нормы и фактические показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Оптимальные нормы и фактические показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений, СанПиН 2.2.4.548-96 [116]

Сезон года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура, С°		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/сек	
		Фактич.	Оптим	Фактич.	Оптим.	Фактич.	Оптим.
Холодный	Ia	22	22–24	40	60–40	0,1	0,1
Теплый	Ia	25	23–25	55	60–40	0,1	0,1

*Примечание:* Категория Ia – работы с интенсивностью энерготрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением [116].

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

Таким образом, микроклиматические условия рабочего помещения соответствуют гигиеническим требованиям СанПиН 2.2.4.548-96 [116] и являются комфортными. Мероприятия, направленные на обеспечение безопасности в помещениях, оборудованных ПК, заключаются в ежедневной влажной уборке и систематическом проветривании (естественная вентиляция) после каждого часа работы на ПК.

При работах, выполняемых сидя, температуру и скорость движения воздуха следует измерять на высоте 0,1 и 1,0 м, а относительную влажность воздуха – на высоте 1,0 м от пола или рабочей площадки. При работах, выполняемых стоя, температуру и скорость движения воздуха следует измерять на высоте 0,1 и 1,5 м, а относительную влажность воздуха – на высоте 1,5 м. Скорость движения воздуха следует измерять анемометрами вращательного действия [116].

2. Недостаточная освещенность рабочей зоны. При правильно организованном освещении рабочего места обеспечивается сохранность зрения человека и нормальное состояние его нервной системы, а также безопасность в процессе производства. Различают следующие виды производственного освещения: естественное, искусственное и совмещенное.

Нормирование освещенности производится в соответствии с межотраслевыми нормами и правилами СНиП 23-05-95 [117]. В нормах прописан ряд требований к качеству освещения: равномерное распределение яркости и отсутствие резких теней; в поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость; освещенность должна быть постоянной во времени; оптимальная направленность светового потока; освещенность должна иметь спектр, близкий к естественному. СНиП 23-05-95 [117]

устанавливает минимальные (нормативные) показатели освещенности в наименее освещенных точках рабочих поверхностей.

В аудиториях, где находятся рабочие места, совмещенное освещение. Естественное освещение осуществляется через боковые окна. Общее искусственное освещение обеспечивается светильниками, встроенными в потолок и расположенными так, чтобы свет распределялся равномерно.

Для определения величин нормированного естественного освещения используется таблица 2 СНиПа 23-05-95 [117]. Выполняемая работа относится к средней точности. Работа средней точности характеризуется тем, что размер наименьшего объекта различения лежит в пределах от 0,5 до 1 мм. Относительная продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность – не менее 70 %. В процессе зрительной работы фон и контраст объекта с фоном средний. При боковом естественном освещении коэффициент естественной освещенности должен составлять 0,5 % [117].

Также освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк, яркость светящихся поверхностей (окно, светильник и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м<sup>2</sup>, яркость бликов на экране ПК не должна превышать 40 кд/м<sup>2</sup> и яркость потолка не должна превышать 200 кд/м<sup>2</sup> [111].

Недостаточность освещения приводит к напряжению зрения, ослабляет внимание, приводит к наступлению преждевременной утомленности. Чрезмерно яркое освещение вызывает ослепление, раздражение и резь в глазах. Нормы освещения рабочего места согласно СНиП 23-05-95 [117] приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Норма освещенности рабочего места [117]

Тип помещения	Нормы освещенности, лк при освещении	
	Комбинированное	Общее
Помещение для персонала, осуществ. техническое обслуживание ПК	750	400

Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях использования ПК следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и для регулирования яркости окон могут быть применены занавеси, шторы, жалюзи [117].

3. Степень нервно-эмоционального напряжения. Нервно-эмоциональное напряжение при работе на персональном компьютере (ПК) возникает вследствие дефицита времени, большого объема информации, особенностей диалогового режима общения человека и ПК (сбои, оперативное ожидание и т.д.), ответственности за безошибочность информации. Для того чтобы избежать утомляемости необходимо делать



каждые 2 часа 15 минутные перерывы, а также желательно стараться более 4 часов не заниматься одной и той же работой, необходимо менять занятие и обстановку.

#### 4. Повреждение химическими реактивами, стеклянной посудой

При подготовке проб накали к аналитическим исследованиям используется агатовая ступка, пинцет, стеклянный квадрат для выравнивания. Для обеспечения получения достоверных результатов по уровню концентраций химических элементов и во избежание попадания в пробы посторонних примесей (грязи, частичек пыли или органики с кожи) все приборы и вспомогательные материалы обрабатываются этиловым спиртом (ПДК 1000 мг/м<sup>3</sup>) [102].

При вдыхании паров этилового спирта наступает реакция местного раздражения слизистых, а после всасывания в кровоток – системное отравление организма. Пострадавший жалуется на головокружение, тошноту, ощущение тумана перед глазами из-за сильной интоксикации. Кроме этого, резко снижается острота зрения, появляются боли в правом подреберье. В данном случае нужно хорошее проветривание и поступление свежего воздуха в помещение. В редких случаях использование защитных приспособлений (респираторов и т.д.).

Наличие химических опасных и вредных факторов в помещениях с ЭВМ в основном обусловлено широким применением полимерных и синтетических материалов для отделки интерьера, при изготовлении мебели, ковровых изделий, радиоэлектронных устройств и их компонентов, изолирующих элементов систем электропитания. Технология производства ЭВМ предусматривает применение покрытий на основе лаков, красок, пластиков. При работе ЭВМ нагреваются, что способствует увеличению концентрации в воздухе таких вредных веществ как формальдегид, фенол, полихлорбифенилы, аммиак, двуокись углерода, озон, хлористый винил.

Порядок осуществления контроля за содержанием вредных химических веществ и аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (АПФД) в воздухе рабочей зоны регламентируется ПНД Ф 12.13.1-03 [113].

Контроль за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны проводится путем измерения среднесменных (Ксс) и максимально разовых (Км) концентраций и последующего их сравнения с предельно допустимыми значениями, представленными в документе «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» [109].

Для предупреждения или уменьшения воздействия на работников опасных и вредных производственных факторов необходимо обеспечить достаточную вентиляцию в

помещении, регулярно его проветривать и проводить влажную уборку. Работник в свою очередь обязан соблюдать правила личной гигиены.

### **5.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению**

#### 1. Электрический ток

Электрический ток – это основной опасный фактор при компьютерной работе. Источником электрического тока являются электрические установки, к которым относится оборудование ЭВМ. Они представляют для человека потенциальную опасность, так как в процессе эксплуатации или проведении профилактических работ человек может коснуться частей, находящихся под напряжением.

Действие электрического тока на организм человека носит многообразный характер. Проходя через организм человека, электрический ток вызывает термическое, электролитическое и биологическое действие [114]. Общие требования и номенклатура видов защиты соответствует ГОСТу 12. 1. 019-79 [106]. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов нормируется согласно ГОСТу 12.1.038-82. ССБТ [108].

Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать значений, указанных в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Напряжения прикосновений и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, ГОСТу 12. 1. 038-82 [108]

Род тока	U, В	I, mA
	не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3

*Примечания:*

- 1. Напряжения прикосновений и токи приведены при продолжительности воздействий не более 10 мин в сутки и установлены, исходя из реакции ощущения.*
- 2. Напряжения прикосновений и токи для лиц, выполняющих работу в условиях высоких температур (выше 25°C) и влажности (относительная влажность более 75%), должны быть уменьшены в три раза [108].*

Термическое действие тока проявляется в ожогах тела, нагреве до высокой температуры внутренних органов человека (кровеносных сосудов, сердца, мозга).

Электролитическое действие тока проявляется в разложении органических жидкостей тела (воды, крови) и нарушениях их физико-химического состава.

Биологическое действие тока проявляется как раздражение и возбуждение живых тканей организма и сопровождается произвольными судорожными сокращениями мышц (сердца, лёгких). Эти действия приводят к двум видам поражения: электрическим травмам и электрическим ударам.

Электрические травмы представляют собой чётко выраженные местные повреждения тканей организма человека, вызванные воздействием электрического тока (или дуги) [112].

Электротравмы излечимы, хотя степень тяжести может быть значительной вплоть до гибели человека.

Различают следующие электрические травмы [108]:

- 1) электрические ожоги;
- 2) электрические знаки;
- 3) металлизация кожи;
- 4) электроофтальмия;
- 5) механические повреждения.

Поражение человека электрическим током возможно лишь при замыкании электрической цепи через его тело или, иначе говоря, при прикосновении человека к сети не менее чем в двух точках.

Основными мероприятиями, направленными на ликвидацию причин травматизма, относятся [108]:

1. Защитное заземление и зануление
2. Систематический контроль состояния изоляции электропроводов и кабелей;
3. Разработка инструкций по техническому обслуживанию и эксплуатации вычислительной техники и контроль их соблюдения;
4. Соблюдения правил противопожарной безопасности;
5. Своевременное и качественное выполнение работ по проведению планово-профилактических работ и предупредительных ремонтов [108].

Защитное заземление и зануление. Одними из эффективных средств защиты от поражения электрическим током являются защитное заземление и зануление электроустановок. В соответствии с ГОСТ 12.1.009–76.

Защитное заземление – это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Защитное действие заземляющего устройства основано на снижении до

безопасной величины тока, проходящего через человека в момент касания им поврежденной электроустановки [121].

Зануление – это преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Защитное действие зануления основано на снижении до безопасной величины тока, проходящего через человека в момент касания им поврежденной электроустановки, и последующем отключении этой установки от сети.

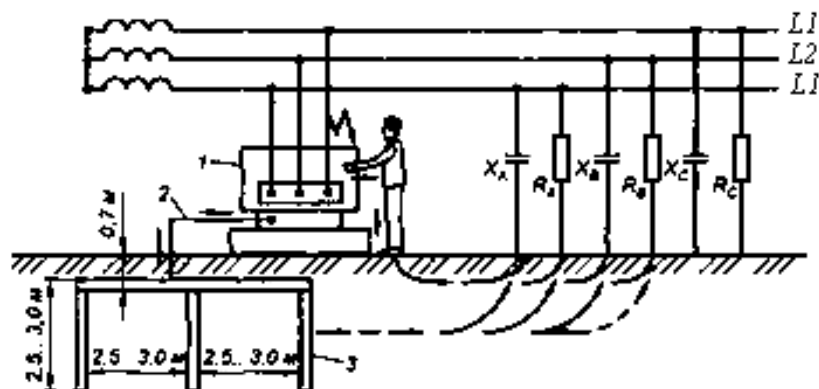
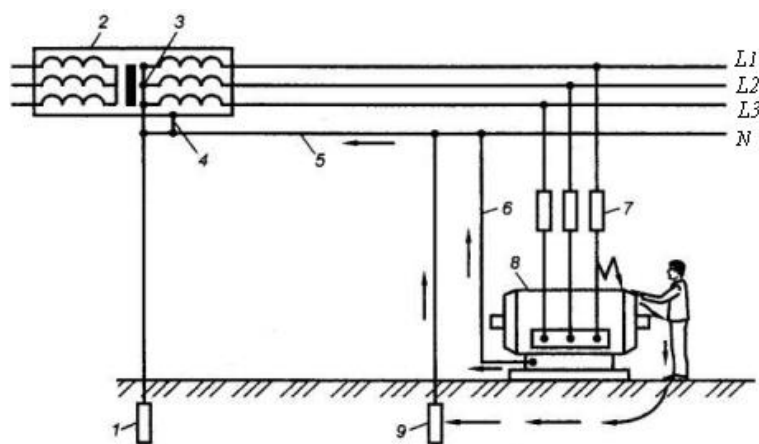


Рисунок 5.1 – Схема защитного заземления [121]



1 – электроустановка; 2 – заземляющий проводник; 3 – заземлитель

Рисунок 5.2 – Схема зануления [121]

1 — заземлитель нейтрали трансформатора; 2 — источник тока (трансформатор); 3 — нейтраль источника тока; 4 — зануление корпуса трансформатора; 5 — нулевой рабочий (он же и нулевой защитный) провод сети; 6 — нулевой защитный провод электроустановки; 7 — предохранитель; 8 — электроустановка; 9 — повторное заземление нулевого защитного провода сети

## **5.2 Экологическая безопасность**

Определение уровней содержания химических элементов в накипи производилось методом инструментального нейтронно-активационного анализа (ИННА) в ядерно-геохимической лаборатории Томского политехнического университета (ТПУ) на базе исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т НИИ ядерной физики при ТПУ.

При анализе проб накипи методом ИНАА происходит их облучение в ядерном реакторе потоком тепловых нейтронов, в результате чего накипь становится радиоактивной. После исследования пробы складываются в специальном изолированном хранилище, где находятся до тех пор, пока не станут безопасными. В ходе исследования было отобрано всего 21 проба, общей массой 2,1 г. При анализе проб методом рентгеновской дифрактометрии накипь не приобретает новых свойств, таких как радиоактивность, и не оказывает влияния ни на одну из биосферных оболочек. Отсюда следует, что изучение проб накипи не несет вред окружающей среде (атмосфере, гидросфере, литосфере).

## **5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Одним из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС является пожар на рабочем месте.

Пожарная и взрывная безопасность – это система организационных и технических средств, направленная на профилактику и ликвидацию пожаров и взрывов. Пожары на промышленных предприятиях, нефтегазопромыслах, на транспорте и в быту представляют большую опасность для людей и причиняют огромный материальный ущерб. Поэтому вопросы обеспечения пожарной и взрывной безопасности имеют государственное значение. Федеральным законом от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ утвержден «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (в ред. Федеральных законов от 10.07.2012 N 117-ФЗ, 02.07.2013N 185-ФЗ) [119].

Основными причинами пожаров на производстве являются:

1. Причины электрического характера (короткие замыкания, перегрев проводов);
2. Открытый огонь;
3. Удар молнии;
4. Разряд зарядов статического электричества.

Рабочее помещение должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91[103] и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83 [104].

Опасными факторами, воздействующими на людей и материальные ценности при пожаре, являются [118]:

- пламя и искры;

- повышенная температура окружающей среды;
- токсичные продукты горения и термического разложения;
- дым;
- пониженная концентрация кислорода.

К вторичным проявлениям опасных факторов пожара, воздействующим на людей и материальные ценности, относятся: осколки, части разрушившихся аппаратов, конструкций; радиоактивные и токсичные вещества и материалы, вышедшие из разрушенных аппаратов и установок; электрический ток, возникший в результате выноса высокого напряжения на токопроводящие части конструкций, аппаратов, агрегатов.

Общие требования пожарной безопасности к объектам защиты различного назначения на всех стадиях их жизненного цикла регламентируются Федеральным законом от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 02.07.2013) [119].

По пожарной и взрывной опасности, (согласно НПБ 105–03) [111], помещения с ПК и лаборатория относятся к категории В1–В4 (пожароопасные): твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыль и волокна), вещества и материалы способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б (в помещениях преобладает деревянная мебель и пол).

К зданиям, в которых расположены лаборатория и помещения с ПК, предъявляются следующие общие требования [114]:

- наличие инструкций о мерах пожарной безопасности;
- наличие схем эвакуации людей в случае пожара;
- система оповещения людей о пожаре.

Все работники должны допускаться к работе только после прохождения противопожарного инструктажа.

В помещении с ПК имеются электрические приборы, которые могут стать причиной возникновения пожара, а также деревянная мебель, пластиковые жалюзи, способные поддержать возникший пожар. Для предотвращения возникновения подобных случаев и обеспечения правильных действий во время пожара существует «Инструкция о мерах пожарной безопасности для офисов». Данная инструкция содержит информацию об общих требованиях пожарной безопасности, требованиях безопасности перед началом работы, во время и после окончания работы; регламентирует действия рабочих и

служащих в случае пожара; в ней описаны средства пожаротушения и порядок их применения. Требования безопасности во время работы предполагают следующее [118]:

- постоянно содержать в чистоте и порядке свое рабочее место;
- проходы, выходы не загромождать различными предметами и оборудованием;
- не подключать самовольно электроприборы, исправлять эл. сеть и предохранители;
- не пользоваться открытым огнем в служебных и рабочих помещениях;
- не курить, не бросать окурки и спички в служебных и рабочих помещениях;
- не накапливать и не разбрасывать бумагу и другие легковоспламеняющиеся материалы, и мусор;
- не хранить в столах, шкафах и помещениях ЛВЖ (бензин, керосин и др.);
- не пользоваться электронагревательными приборами с открытыми спиралями в личных целях;
- не оставлять включенными без присмотра электрические приборы и освещение;
- не вешать плакаты, одежду и другие предметы на электророзетки, выключатели и другие электроприборы.

К первичным средствам пожаротушения относятся несколько видов огнетушителей: ОУ-2, ОУ-5.

Помещение лаборатории должно соответствовать требованиям пожарной безопасности [118].

В помещениях лаборатории нельзя пользоваться электроплитками с открытой спиралью или другими обогревательными приборами с открытым огнем, т.к. проведение лабораторных работ нередко связано с выделением пожаро-взрыво-опасных паров, газов, горючих жидкостей и веществ. Муфельные печи необходимо устанавливать на столах, покрытых стальными листами по асбесту, на расстоянии не ближе 35 см от сгораемых стен. Совместное хранение горючих и самовоспламеняющихся веществ запрещено. Требования и условия пожарной безопасности по совместному хранению веществ и материалов изложены в Федеральном законе от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 10.07.2012) [118].

В лаборатории обязательно нужно иметь огнетушитель, который должен висеть на доступном месте. Обращение с ним очень простое, и описание имеется на каждом огнетушителе.

На случай пожара в лаборатории всегда должны быть:

- огнетушитель (ОП-5 (з));
- ведро с мелким песком;
- листовой асбест или асбестовая ткань;
- четыреххлористый углерод;
- пожарный рукав.

После окончания работы помещения должны тщательно осматриваться лицом, ответственным за пожарную безопасность.

Сотрудники лабораторий допускаются к работе только после прохождения противопожарного инструктажа, а при изменении специфики работы проводится дополнительное обучение по предупреждению и тушению возможных пожаров.

Противопожарный инструктаж в здании проводит ответственный за пожарную безопасность, на которого приказом возложены эти обязанности.

О проведении противопожарного инструктажа делают запись в журнале регистрации противопожарного инструктажа с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего.

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 исследуемых помещениях обеспечены следующие средства противопожарной защиты:

- «план эвакуации людей при пожаре»;
- памятка о соблюдении правил пожарной безопасности;
- ответственный за пожарную безопасность;
- для отвода избыточной теплоты от ЭВМ служат системы вентиляции;
- для локализации небольших возгораний помещение оснащено углекислотными огнетушителями (ОУ-8 в количестве 2 шт);
- установлена система автоматической противопожарной сигнализации (датчик–сигнализатор типа ДТП)



#### **5.4 Законодательное регулирование проектных решений**

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

В Федеральном законе Российской Федерации от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда», главе 1, статье 5 утверждены права и обязанности работника в связи с проведением специальной оценки условий труда.

В соответствии со статьей 26 настоящего Федерального закона работник вправе присутствовать при проведении специальной оценки условий труда на его рабочем месте; обращаться к работодателю (его представителю) организации, эксперту организации, проводящему специальную оценку условий труда, за получением разъяснений по вопросам проведения специальной оценки условий труда на его рабочем месте; обжаловать результаты проведения специальной оценки условий труда на его рабочем месте. Работник обязан ознакомиться с результатами проведенной на его рабочем месте специальной оценки условий труда [120].

## 6 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

### 6.1 Технико-экономическое обоснование продолжительности и объема работ

В ходе проведения настоящих исследований на территории Локтевского района Алтайского края необходим отбор проб накипи из теплообменной аппаратуры населения, с последующим изучением химического состава проб методами инструментального нейтронно-активационного анализа и рентгеновской дифрактометрии. На основании технического плана (таблица 6.1) рассчитываются затраты времени и труда (таблица 6.3).

Таблица 6.1 – Технический план проводимых работ

№	Вид работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Единицы измерения	Количество		
1	Эколого-геохимические работы гидрогеохимическим методом	Проба	21	Отбор проб накипи, категория проходимости - 1	Ручка, блокнот, скальпель, бумажные конверты, ZIP-пакетики
2	Лабораторные работы	Проба	21	Пробоподготовка материала	Агатовая ступка, пестик, кюветы из оргстекла, пинцет, спирт этиловый, вата, скребок.
		Проба	21	Определение 28 химических элементов	Исследовательский ядерный реактор
		Проба	21	Определение минерального состава материала	Рентгеновский дифрактометр BRUKER D2 PHASER,
3	Камеральные работы			Обработка данных и анализ материала	Компьютер (ПК)

#### *1. Эколого-геохимические работы гидрогеохимическим методом.*

Содержание работ: выбор площадок отбора проб, привязка пунктов наблюдения, отбор проб карбонатных отложений природных пресных вод из бытовой теплообменной аппаратуры населения вручную, изучение и описание материалов проб, маркировка пакетов для проб, этикетирование и упаковка проб, отражение и закрепление на маршрутной карте пунктов наблюдения, сушка и истирание материала проб, регистрация проб в журнале. Всего была сделана 21 проба в следующих населенных пунктах: город Горняк (19 проб), село Николаевка (1 проба) и село Вторая Каменка (1 проба). Пробы имеют массу около 100 г.

## **2. Лабораторные работы**

Данный этап работ включает подготовку проб к двум видам анализа:

- 1) инструментальному нейтронно-активационному анализу, который выполняется подрядчиками в ядерно-геохимической лаборатории на базе исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета, а именно истирание, подготовка пакетиков из фольги размером 13\*28 мм, упаковка 100 мг вещества в пакетики
- 2) рентгеновской дифрактометрии, выполняемой непосредственно исследователем в лаборатории МИНОЦ «Урановая геология» ТПУ.

## **3. Камеральные работы**

На этом этапе производится сбор и анализ информации о территории исследования, статистическая обработка и анализ данных ИНАА, расшифровка полученных дифрактограмм с помощью программного пакета Difrac.EVA, анализ источников поступления элементов-примесей в пробы и характер их проявления (загрязняющее вещество или естественный геохимических фон территории). После этого осуществляется систематизация данных, оформляется общий отчет.

Перед осуществлением расчета стоимости работ необходимо планирование и составление графика работ. Отбор проб в рамках настоящих исследований проводился сентябре 2017 г. Полный график работ представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – График проведения работ

Виды работ	Сроки проведения работ			
	2017 г.	2018 г.		
	сентябрь	февраль	март	апрель
Отбор проб накипи	+			
Исследование проб на рентгеновском дифрактометре BRUKER D2 PHASER		+		
Камеральные работы с использованием ЭВМ		+	+	+

## 6.2 Расчет затрат времени и труда по видам работ

Для расчета затрат времени и труда использовались нормы, изложенные в [122]. Из этого справочника взяты следующие данные:

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

Расчет затрат времени выполняется по формуле:

$$N = Q \times H_{BP} \times K$$

где N – затраты времени, (бригада, смена на м.(ф.н.);

Q – объем работ, (м.(ф.н.);

H<sub>BP</sub> – норма времени из справочника сметных норм (бригада, смена);

K – коэффициент за ненормализованные условия.

Все работы были выполнены одним геоэкологом и одним рабочим 2 категории под руководством руководителя.

Используя технический план, в котором указаны все виды работ, определялись затраты времени на выполнение каждого вида работ в сменах (таблица 6.3).

Таблица 6.3 – Расчет затрат времени труда

№	Вид работ	Объем		Норма времени по ССН (H <sub>BP</sub> )	Коэф-ты (K)	Документ	Итого времени на объем (N)
		Единицы измерения	Количество				
1	Эколого-геохимические работы гидрогеохимическим методом	Проба	21	0,086	-	пункт 74 ССН, вып. 2	1,81
2	Пробоподготовка	Проба	21	За 1 смену 40 проб	-		0,53
	Определение минерального состава материала	Проба	21	5 проб за 1 смену	-		4,2
3	Выполнение стандартного комплекса операций камеральной обработки материалов (без использования ЭВМ)	Проба	21	0,0276	-	ССН вып.2, табл.59	0,5796
	Камеральные работы (с использованием ЭВМ)	Проба	21	0,0401	-	ССН вып.2, табл. 61	0,8421
<b>Итого:</b>							7,9617 смен

### 6.3 Нормы расхода материала

Нормы расхода материалов для гидрогеохимических, лабораторных и камеральных работ также определялись согласно [122], а также инструкциям и методическим рекомендациям. Результаты расчета затрат на материалы представлены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Расходы материалов

Наименование и характеристика изделия	Единица	Цена, руб.	Норма расхода	ССН	Сумма, руб.
<b>Гидрогеохимические работы</b>					
Журнал регистрационный	шт.	56	1,9	вып. 2, табл. 49	106,4
Карандаш простой	шт.	3	5,8	вып. 2, табл. 49	17,4
Резинка ученическая	шт.	6	0,95	вып. 2, табл. 49	5,7
Пакеты полиэтиленовые фасовочные	шт.	0,2	21	вып. 2, табл. 50	4,2
Книжка этикетная	книжка (300 шт.)	22	1,48	вып. 2, табл. 50	32,56
<b>Итого:</b>					<b>166,26</b>
<b>Лабораторные работы</b>					
Фольга алюминиевая 10 м × 30см	шт.	35,2	0.02		0,7
Спирт этиловый технический марки А гидролизный	л	75	1,7	вып. 7а, табл. 5	127,5
Вата стерильная хирургическая	кг	148	0,6	вып. 7а, табл. 5	88,8
Пинцет медицинский	шт.	48	1		48
Весы аналитические электронные	шт.	75000	1		75000
<b>Итого:</b>					<b>75313</b>
<b>Камеральные работы</b>					
Бумага офисная	пачка (100 л)	165	0,03	вып. 2, табл. 62	4,95
Карандаш простой	шт.	3	1,37	вып. 2, табл. 62	4,11
Резинка ученическая	шт.	6	0,55	вып. 2, табл. 62	3,3
Линейка чертежная	шт.	25	0,14	вып. 2, табл. 62	3,5
Ручка шариковая (без стержня)	шт.	2	0,55	вып. 2, табл. 62	1,1
Стержень для ручки шариковой	шт.	0,7	2,47	вып. 2, табл. 62	1,73
<b>Итого:</b>					<b>18,69</b>
<b>Итого:</b>					<b>75497,95</b>

#### 6.4 Расчет затрат на подрядные работы

Т.к. анализ проб на качественное и количественное содержание химических элементов в пробе производился в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета (ТПУ) на базе исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т НИИ ядерной физики при ТПУ, необходим расчет затрат на подрядные работы, который представлен в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Расчет затрат на подрядные работы

№	Метод анализа	Количество проб	Стоимость, руб	Сумма, руб
1	Инструментальный нейтронно-активационный анализ	21	2500	52500
<b>ИТОГО:</b>			<b>52500</b>	

#### 6.5 Расчет амортизационных отчислений

Сумма амортизационных отчислений определяется исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов и нематериальных активов, и утвержденных в установленном порядке норм амортизации, учитывая ускоренную амортизацию их активной части. Расчет амортизационных отчислений (за год) представлен в таблице 6.6.

Таблица 6.6 – Расчет амортизационных отчислений

Наименование объекта основных фондов	Кол-во	Балансовая стоимость, руб.		Годовая норма амортизации, %	Время полезного использования, %	Сумма амортизации, руб. (за год)
		Одного объекта	всего			
Компьютер (ЭВМ)	1	54 000	54 000	10	100	5 400
<b>ИТОГО за период проведения исследований:</b>						<b>450</b>

#### 6.6 Общий расчет сметной стоимости

Общий расчет сметной стоимости оформляется по типовой форме.

Накладные расходы составляют 15% основных расходов. Сумма плановых накоплений составляет 20% суммы основных и накладных расходов. Сумма доплат рабочим равняется 7,9% от суммы основных и накладных расходов. Резерв на непредвидимые работы и затраты колеблется от 3%. Сметно-финансовый расчет на проектно-сметные работы представлены в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Сметно-финансовый отчет

№	Статьи основных расходов	Загрузка, коэф.	Оклад за месяц	Премия	Районный коэффициент	Итого
1	Основная з/п (Геоэколог)	1,0	15000	0,3	1,3	25350
2	Рабочий 2 категории	0,68	7000	0,2	1,3	7425,6
3					Итого: ФОТ	32775,6

Продолжение таблицы 6.7

4	Дополнительная з/п (7.9%)				2589,3
5				Итого: ФЗП	35364,9
6	ЕСН (30% от ФЗП)				10609,5
7	Материалы (3% от ЗП)				983,3
8	Амортизация (1.5% от ЗП)				491,6
9	Командировки (2% от ЗП)				655,5
10	Резерв (0.5% от ЗП)				163,87
<b>Итого:</b>					<b>48268,67</b>

Отбор проб накипи осуществлялся выездом в районы исследования. Совокупная протяженность выезда на место отбора проб составила 894 км в одну сторону. Транспортировка рабочих и оборудования производилась на автомобиле с бензиновым двигателем, расход бензина которого составляет 8 л/100 км. За всё время пути (в обе стороны) было израсходовано 143,04 литра бензина АИ-95, стоимость которого составляет 37 рублей. Общая стоимость транспортировки персонала и грузов составила 5292,5 рублей.

Далее следует общий расчет затрат на производство работ. Общий расчет сметной стоимости всех работ отображен в таблице 6.8.

Таблица 6.8 – Общий расчет сметной стоимости работ

№ п/п	Наименование работ и затрат	Объём		Полная сметная стоимость, руб.
		Ед. изм	Количество	
<b>I</b>	<b><i>Основные расходы</i></b>			
1	Проектно-сметные работы (затраты на оплату труда)			48268,7
4	Камеральные работы (материальные + подрядные затраты)			52518,7
5	Транспортные расходы			5292,5
6	Амортизационные отчисления (за период проведения работ)			450
<i>Итого основных расходов (ОР):</i>				<i>106529,9</i>
<b>II</b>	<b><i>Накладные расходы</i></b>	% от ОР	15	15979,5
<i>Итого: основные и накладные расходы (ОР+НР)</i>				<i>122509,4</i>
<b>III</b>	<b><i>Плановые накопления</i></b>	% от НР+ОР	20	24501,88
<b>IV</b>	<b><i>Резерв</i></b>	% от ОР	3	3195,9
<i>Итого сметная стоимость</i>				<i>150207,2</i>
НДС		%	18	27037,3
<b>Итого с учётом НДС</b>				<b>177244,5</b>

Таким образом, стоимость исследований антропогенных карбонатных отложений на территории Локтевского района Алтайского края 177 тысяч 244 рубля 50 копеек.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенные исследования показали, что хвостохранилища Алтайского ГОКа оказывают влияние на окружающую среду. Факт влияния находит свое отражение в элементном составе антропогенных карбонатных отложений.

Для проб из зоны влияния хвостохранилищ Алтайского ГОКа характерны повышенные концентрации Rb, Sb, U. В сравнении с фоновыми показателями (кларк осадочных карбонатных пород, накипь из воды оз. Байкал и условный фон) пробы накипи из г. Горняк, непосредственно прилегающего к хвостохранилищам, обогащены рядом химических элементов: Co, Hf, Rb, Sm, Cs, Lu, Th, Au, Fe, Eu, Ba, Sb, Ca.

При сравнении данных с другими аналогичными объектами (Джидинский W-Мо комбинат, Урское и Комсомольское хвостохранилища) выявлено, что для всех хвостохранилищ характерен широкий спектр химических элементов с коэффициентом концентрации больше 1 относительно фонового показателя. Это может быть связано с тем, что все эти объекты представляют собой нерекультивированные хвостохранилища. Отсутствие восстановительных мероприятий ведет к активной миграции химических элементов из тела отходов в результате ветровой и водной эрозии, в то время как на действующих ГОКах защитные мероприятия позволяют снизить темпы и скорости миграции. Влияние хвостохранилищ Алтайского ГОКа при сравнительном анализе с аналогичными объектами выражается в концентрировании Cr, Sr, Sb, Au, U.

В минеральном составе накипи на территории г. Горняк отмечается преобладание арагонита над кальцитом. В ряде проб отмечается присутствие анатаза. При этом выявлена положительная корреляционная связь арагонита с содержанием Sr и отрицательная – с Ba и Co.

Все это позволяет сделать вывод, что антропогенные карбонатные отложения являются хорошей депонирующей средой, которую можно использовать в практике эколого-геохимических исследований для индикации воздействия хвостохранилищ горнодобывающих предприятий.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

### Список литературы

- 1 Авдюкшина Е. И. Гидрохимическая оценка геоэкологического состояния территории бассейнов рек Бии и Северо–Западного Алтая. Автореф. дис. канд. геогр. наук. – Калуга, 2006. 130 с.
- 2 Авессаломова И. А. Возникновение биогеохимических эндемий при техногенной трансформации Центрального Кавказа // Вестн. Моск. ун–та: Сер. 5: География. –1996. – № 1. – С. 66–75.
- 3 Балабан–Ирменин, Ю. В. Закономерности накипеобразования в водогрейном оборудовании систем теплоснабжения (обзор) / Ю. В. Балабан–Ирменин, А. В. Богловский, Л. Г. Васина и др. // Энергосбережение и водоподготовка. – 2004. – № 3(30). – С. 10–16.
- 4 Бачурин Б. А. Оценка техногенно–минеральных образований горного производства как источников эмиссии тяжелых металлов // Минералогия и геохимия ландшафта горнорудных территорий. Современное минералообразование: Тр. II Всеросс. симп. с междунар. участием и VIII Всеросс. чтений памяти акад. А. Е. Ферсмана. – Чита, 2008. – С. 7–10.
- 5 Белан Л. Н. Геоэкологические основы природно–техногенных экосистем горнорудных районов Башкортостана: автореф. дис. ... д–ра геол.–минер. наук. – М., 2007. – 50 с.
- 6 Белан Л. Н. Медико-биологические особенности горнорудных районов // Вестник ОГУ. – 2005. №5. – С. 112–117.
- 7 Бортникова С. Б. и др. Техногенные озера: формирование, развитие и влияние на окружающую среду. – Новосибирск: Изд–во СО РАН, филиал «Гео», 2003. – 120 с.
- 8 Бочкарев, Г. Р. Влияние электрохимической обработки воды на форму кристаллизации карбоната кальция / Г. Р. Бочкарев, А. А. Величко // Известия ВУЗов. Строительство. – 2006. – № 9. – С. 53–57.
- 9 Воин М. И. Геохимическая составляющая экологии горнорудных районов // Геоэко–логические исследования и охрана недр: Обзор. – М.: Геоинформмарк, 1992. – № 2. – 44 с.
- 10 Вологодина, И. В. Природно–техногенные минеральные новообразования на водозаборах из подземных источников Томской области: автореферат дис. ... канд. геол.–минерал. наук. – Томск, 2001. – 23 с.
- 11 Гальперин А. М. и др. Инженерно–геологическое обеспечение экологически безопасного освоения горнопромышленных природно–техногенных систем //

Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – 2012. – № 6. – С. 520–526.

12 Гаськов И. В. Колчеданно–полиметаллические месторождения верхнего девона северо–западной части Рудного Алтая / Дистанов Э. Г., Миронова Н. Ю., Чекалин В. М. – Новосибирск: Наука, 1991. – 121 с.

13 Гаськов И. В. Особенности развития колчеданных рудно–магматических систем в островодужных обстановках Рудного Алтая и Южного Урала // Институт геологии и минералогии СО РАН, ЛИТОСФЕРА.– 2015.– № 2.– С.17–39

14 Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода–порода: в 5 т. Т. 1: Система вода–порода в земной коре: взаимодействие, кинетика, равновесие, моделирование / В. А. Алексеев, Б. Н. Рыженко, С. Л. Шварцев и др.; отв. ред. С. Л. Шварцев. – Новосибирск: Изд–во СО РАН, 2005. – 244 с.

15 Гидрогеология СССР, том XVII. Кемеровская область и Алтайский край. – М.: Недра, 1972. 398 с.

16 Горбатова О. Н. Атлас Алтайского края. — Барнаул: НИИГП, 1998.

17 Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000. Сер. Алтайская. Лист М–44–Х (Горняк). Объяснительная записка / О. В. Мурзин, В. И. Горшечников, В. А. Жданов и др. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2001. 219 с.

18 Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000. Сер. Алтайская. Лист М–44–XI (Змеиногорск). Объяснительная записка / О. В. Мурзин, В. И. Горшечников, В. А. Жданов и др. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2001. 174 с.

19 Гусев Н. И., Вовшин Ю. Е., Круглова А. А., Пушкин М. Г. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Алтае–Саянская. Лист М–44 – Рубцовск. Объяснительная записка. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2015. 415 с. + 1 вкл.

20 Емлин Э. Ф. Техногенез колчеданных месторождений Урала. – Свердловск: Изд–во Урал. ун–та, 1991. – 256 с.

21 Жабин, Г. Г. Закономерности отложения карбоната кальция на поверхности нагрева из потока некипящей жидкости // Труды ВОДГЕО. – 1975. – Вып. 49. – С. 42–48.

22 Зверева В. П. Экологические последствия гипергенных и техногенных процессов на оловорудных месторождениях Дальнего Востока: автореф. дис. ... д–ра геол.–минер. наук. – Владивосток, 2005. – 48 с.

23 Зоненшайн Л. П. Тектоника литосферных плит территории СССР / Зоненшайн Л. П., Кузьмин М. И., Натапов Л. М. // М.: Недра. – 1990. – Кн. 1. – 327 с.

- 24 Иванкин. П. Ф. По поводу статьи Л. Н. Бельковой, В. Н. Огнева и А. И. Семенова Две гипотезы генезиса полиметаллического оруденения на Алтае // Изв. АН СССР, серия геологическая. – 1954.– №5.
- 25 Иванкин П. Ф. Рудные формации Рудного Алтая / Иншин П. В., Кузубный В. С. – Алма-Ата: Издательство академии наук Казахской ССР. – 1961. – 286 с.
- 26 Иванкин П. Ф. О некоторых вопросах генезиса полиметаллических руд Алтая // Изв. АН КазССР, серия геологическая. – 1954. – вып. 18.
- 27 Иванкин П. Ф., Пуркин А. В. Структурно–металлогеническое районирование Рудного Алтая как основа направления поисково–разведочных работ // Изв. АН СССР, серия геологическая. – 1957. – № 4.
- 28 Иванкин П. Ф., Халтурина И. И. О закономерностях размещения эндогенного оруденения в Прииртышье // Советская геология. – 1955.– № 43.
- 29 Иванкин П. Ф., Митряева Н. М. Процесс развития медной и свинцовоцинковой минерализации в серных колчеданах Николаевского месторождения на Алтае // Изв. АН СССР серия геологическая. – 1956 э.– № 9.
- 30 Иванкин П. Ф., Митряева Н. М. Некоторые итоги структурно–парагенетического изучения сульфидной залежи Николаевского месторождения на Алтае. Труды Алтайского горнометаллургического института // АН КазССР. – Т. V. – Алма-Ата. – 1957.
- 31 Иванкин П. Ф. Полиметаллические месторождения Прииртышья. Госгеолтехиздат. – 1957.
- 32 Иванкин П. Ф., Кузубный В. С. К методике петрографо–минералогического изучения рудных зон в Прииртышье // Вестник АН КазССР. – 1957. – № 6.
- 33 Иванов В. В. Экологическая геохимия элементов: справочник: в 6 кн. / под ред. Э.К. Буренкова. – М.: Недра, 1994а. – Кн. 1: s–элементы. – 304 с.
- 34 Иванов В. В. Экологическая геохимия элементов: справочник: в 6 кн. / под ред. Э. К. Буренкова. – М.: Недра, 1994б. – Кн. 2: Главные р–элементы. – 303 с.
- 35 Иванов В. В. Экологическая геохимия элементов: справочник: в 6 кн. / под ред. Э. К. Буренкова. – М.: Недра, 1996а. – Кн. 3: Редкие р–элементы. – 352 с.
- 36 Иванов В. В. Экологическая геохимия элементов: справочник: в 6 кн. / под ред. Э. К. Буренкова. – М.: Экология, 1996б. – Кн. 4: Главные d–элементы. – 416 с.
- 37 Иванов В. В. Экологическая геохимия элементов: справочник: в 6 кн. / под ред. Э. К. Буренкова. – М.: Экология, 1997а. – Кн. 5: Редкие d–элементы. – 576 с.
- 38 Иванов В. В. Экологическая геохимия элементов: справочник: в 6 кн. / под ред. Э. К. Буренкова. – М.: Экология, 1997б. – Кн. 6. Редкие f–элементы. – 607 с.

- 39 Кирюхин, В. А. Гидрогеохимия складчатых областей / В. А. Кирюхин, Н. Б. Никитина, С. М. Судариков. – Л.: Недра, 1989. – 253 с.
- 40 Кирюхин, В. А. Гидрогеохимия / В. А. Кирюхин, А. И. Коротков, С. Л. Шварцев. – М.: Недра, 1993. – 383 с.
- 41 Ковальский В. В. и др. Южно–Уральский субрегион биосферы // Тр. Биогеохимической лаборатории. – М.: Наука, 1981. – Т. 19: Биогеохимическое районирование и геохимическая экология. – С. 3–64.
- 42 Ковальский В. В. Актуальные задачи геохимической экологии // Тр. Биогеохимической лаборатории. – М.: Наука, 1991а. – Т. 22: Проблемы геохимической экологии. – С. 3–12.
- 43 Ковальский В. В. Геохимическая среда, микроэлементы, реакции организмов // Тр. Биогеохимической лаборатории. – М.: Наука, 1991б. – Т. 22: Проблемы геохимической экологии. – С. 5–23.
- 44 Крайнов, С. Р. Геохимия подземных вод хозяйственно–питьевого назначения / С. Р. Крайнов, В. М. Швец. – М.: Недра, 1987. – 237 с.
- 45 Крайнов, С. Р. Гидрогеохимия / С. Р. Крайнов, В. М. Швец. – М.: Недра, 1992. – 463 с.
- 46 Крупская Л. Т., Зверева В. П. Оценка влияния отходов переработки оловорудного сырья на объекты окружающей среды (на примере Хрустальненского ГОКа) // Сибирский экологический журнал. – 2010. – № 6. – С. 797–803.
- 47 Лапотышкина, Н. П. Водоподготовка и водно–химический режим тепловых сетей / Н. П. Лапотышкина, Р. П. Сазонов. – М.: Энергоиздат, 1982. – 200 с.
- 48 Лашук В. В. и др. Комплексная геоэкологическая характеристика отходов обогащения апатит–нефелиновых руд Хибинских месторождений // геоэкологические проблемы переработки природного и техногенного сырья: сб. науч. тр. – Апатиты, 2007. – С. 78–94.
- 49 Леонтьев Л. И., Дюбанов В. Г. Техногенные отходы черной и цветной металлургии и проблемы окружающей среды // Экология и промышленность России. – 2011. – № 4. – С. 32–36.
- 50 Лепокурова, О. Е. Геохимия подземных вод севера Алтае–Саянского горного обрамления, формирующих травертины: автореф. дис. ... канд. геол.–минерал. наук. – Томск, 2005. – 21 с.
- 51 Лосев К. С. и др. Проблемы экологии России. – М., 1993. – 79 с.
- 52 Лысенкова З. В. Современные ландшафты в региональной системе природопользования. — Смоленск, 2010. — 273 с.

53 Маланова, Н. В. Исследование физико–химических свойств осадков солей временной жесткости современными методами анализа / Н. В. Маланова, В. И. Косинцев, А. И. Сечин и др. // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 6. – С. 323–327.

54 Маслобоев В. А. и др. Исследование взаимодействия минералов хвостов обогащения апатито–нефелиновых руд с почвенными водами // *Современные методы технологической минералогии в процессах комплексной и глубокой переработки минерального сырья: материалы Междунар. совещ. (Плаксинские чтения–2012)*. – Петрозаводск: Карел. науч. центр РАН, 2012. – С. 333–335.

55 Мелихов, И. В. О нуклеации в диспергированных жидкостях / И. В. Мелихов, В. А. Присяжнюк // *Журнал физической химии*. – 1979. – Т. 53. – № 5. – С. 1108– 1112.

56 Минеральные новообразования на водозаборах Томской области / Д. С. Покровский, Е. М. Дутова, Г. М. Рогов и др. – Томск: Изд–во НТЛ, 2002. – 176 с.

57 Михальчук А. А., Язиков Е. Г. Многомерный статистический анализ эколого–геохимических измерений. Часть II. Компьютерный практикум. – Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2014.– 150 с.

58 Монголина, Т. А. Элементный состав солевых отложений питьевых вод Томской области / Т. А. Монголина, Н. В. Барановская, Б. Р. Соктоев // *Известия Томского политехнического университета*. – 2011. – Т. 319. – № 1. – С. 204–211.

59 Мормиль С. И. и др. Техногенные месторождения Среднего Урала и оценка их воздействия на окружающую среду. – М.: НИИ–Природа, 2002. – 206 с.

60 Олещенко А. М. и др. Оценка риска для здоровья населения от загрязнения атмосферы промышленными отвалами // *Перспективы развития технологий переработки вторичных ресурсов в Кузбассе. Экологические, экономические и социальные аспекты: сб. науч. тр.* – Новокузнецк, 2012. – С. 318–324.

61 Присяжнюк, В. А. Жесткость воды: способы умягчения и технологические схемы // *Сантехника. Отопление. Кондиционирование*. – 2003. – № 10. – С. 234–238.

62 Потапов, С. С. Минералогия и спектроскопия техногенных и антропогенных (бытовых) накипей / С. С. Потапов, С. Л. Вотяков, Д. Р. Борисов // *Уральский минералогический сборник*. – 1998. – № 8. – С. 151–170.

63 Потапов, С. С. Минералогия солевых отложений в скважинах и другом нефтепромысловом оборудовании месторождений Западной Сибири: автореферат дис. ... канд. геол.–минерал. наук. – Екатеринбург, 2003. – 22 с.

64 Проблемы экологии: принципы их решения на примере Южного Урала / под ред. Н. И. Старовой. – М.: Наука, 2003. – 287 с.

65 Путеводитель по району геоэкологической практики в Хакасии / Л. П. Рихванов и др. – Томск: Изд–во Том. политехн. ун–та, 2012. – 91 с.

66 Рай Р., Обзор исследований изотопов серы и углерода применительно к проблеме генезиса руд. Стабильные изотопы и проблемы рудообразования / Омото Х. – М.: Мир, 1977. – 175–213 с.

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

68 Ревякин В. С. География Алтайского края: Учебник. 8,9 кл. / Гл. ред. А.Ю. Муравьев; науч. Ред. В. А. Рассыпнов. – Барнаул: Изд–во НП в области книгоиздания, науки и культуры «XXI век», 2004. – Ч. I. – 192 с.: ил.

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

70 Рихванов Л. П. Общие и региональные проблемы радиозкологии. – Томск: Изд–во Том. политехн. ун–та, 1997. – 384 с.

71 Ротараш И. А. Ротараш И.А., Самыгин С.Г., Гредюшко Е.А. и др. Девонская активная континентальная окраина на Юго–Западном Алтае // Геотектоника. (1).– 1982.– С. 44–59

72 Скоробогатов, Г. А. Ионобменные свойства шунгитов, контактирующих с водой / Г. А. Скоробогатов, А. В. Бахтиаров, Ю. А. Ашмарова // Экологическая химия. – 2012. – № 21(2). – С. 125–129.

73 Соктоев, Б. Р. Минералого–геохимические особенности травертинов современных континентальных гидротерм (скважина Г–1, Тункинская впадина, Байкальская рифтовая зона) / Б. Р. Соктоев, Л. П. Рихванов, С. С. Ильенок и др. // Геология рудных месторождений. – 2015. – Т. 57. – № 4. – С. 370–388.

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

75 Среднее содержание химических элементов в горных породах, слагающих верхнюю часть континентальной коры 2003 г Н. А. Григорьев Институт геологии и геохимии Уральского отделения РАН Екатеринбург Геохимия №7 с 785–792

76 Странский, И. Н. К теории роста кристаллов и образования кристаллических зародышей / И. Н. Странский, Р. Каишев // Успехи физических наук. – 1939. – Т.21. – Вып. 4. – С. 408–465.

77 Терегулова З. С., Белан Л. Н. Техногенное загрязнение окружающей среды и отдельные показатели состояния здоровья популяции в зоне влияния горнорудной промышленности // Уральский регион Башкортостана: человек, природа, общество. – Уфа–Сибай, 1995. – С. 122–124.

78 Терегулова З. С., Белан Л. Н. Экологическое образование и ориентация сельского населения Башкортостана // Актуальные проблемы профилактики неинфекционных заболеваний: тез. докл. Всеросс. науч. конф. с междунар. участием: в 2 т. – М., 1999. – Т. 2. – С. 127.

79 Удачин В.Н. Экогеохимия горнопромышленного техногенеза Южного Урала: автореф. дис. ... д-ра геол.-минер. наук. – Томск, 2012. – 44 с.

80 Ханчук А. И. и др. Экологические проблемы освоения оловорудного сырья в Приморье и Приамурье // География и природные ресурсы. – 2012. – № 1. – С. 62–67.

81 Шварцев, С. Л. Геохимические механизмы образования травертинов из пресных вод на юге Западной Сибири / С. Л. Шварцев, О. Е. Лепокурова, Ю. Г. Копылова // Геология и геофизика. – 2007. – Т. 48. – № 8. – С. 852–861

82 Щерба Г. Н. Металлогения рудного Алтая и Калбы / Дьячков Б.А., Нахтигаль Г. П. // Алма–Ата: Наука. – 1984. – 238 с.

83 Язиков Е. Г. и др. Индикаторная роль солевых образований в воде при геохимическом мониторинге // Изв. вузов. Геология и разведка. – 2004. – № 1. – С. 67–69.

84 Cowan, J. C. Water–formed scale deposits / J. C. Cowan, D. J. Weintritt. – Houston: Gulf Publishing Co, 1976. – 606 p.

85 Christiansen, J. A. On the kinetics of formation of precipitates of sparingly soluble salts and kinetic determination of the size of crystal germs / J. A. Christiansen, A. E. Nielsen // Acta Chem. Scand. – 1951. – Vol. 5. – P. 673–679.

86 Deutsche Wirtschaftsgeschichte (Google Books). Karl Theodor Ferdinand Michael von Inama–Sternegg, Johann Paul von Inama–Sternegg. Duncker & Humblot, 1909. II 331 ff.

87 Duggirala, P. Y. Formation of calcium carbonate scale and control strategies in continuous digesters // CD del II Coloquio Internacional sobre Celulosa de Eucalipto. – Concepcion, Chile, 2005. – P. 1–34.

88 Gaetani, G. A. Element partitioning during precipitation of aragonite from seawater: a framework for understanding paleoproxies / G. A. Gaetani, A. L. Cohen // Geochimica et Cosmochimica Acta. – 2006. – Vol. 70. – P. 4617–4634.

89 Helmut Wilsdorf: Kulturgeschichte des Bergbaus. Ein illustrierter Streifzug durch Zeiten und Kontinente. Verlag Glückauf, Essen 1987, ISBN 3–7739–0476–2, S. 15–49.

90 Ishigami, T. Factors affecting the crystalline form of calcareous sinter / T. Ishigami, R. Suzuki // *Geochemistry*. – Tokyo, 1977. – P. 9–13.

91 Kele, S. Chemical and stable isotope compositions of recent hot–water travertines and associated thermal waters, from Egerszalok, Hungary: depositional facies and nonequilibrium fractionations / S. Kele, A. Demeny, Z. Siklosy et al. // *Sedimentary Geology*. – 2008. – Vol. 211. – P. 53–72.

92 Neuere Tendenzen der umweltgeschichtlichen Forschung. Tagungsberichte Hsozkult, Graduiertenkolleg Interdisziplinäre Umweltgeschichte, Georg–August–Universität Göttingen, 2004, von Richard Hölzl, Isabelle Knap, Mathias Mutz.

93 Pentecost, A. Travertine. – Berlin–Heidelberg: Springer–Verlag, 2005. – 445 p.

### **Фондовые материалы**

94 Карамова Л. К. Содержание тяжелых металлов в пищевых продуктах и биопробах жителей северо–восточных районов Республики Башкортостан / промежуточный отчет Уфимского НИИ медицины труда и человека. – Уфа, 1997.

95 Девятаева В. В., Гареев М. Ф., Лиходеева Е. П. и др. Информационный бюллетень состояния недр на территории Алтайского края в 2013 г. (выпуск № 16). Боровиха, АлтФ ФГУ «ТФГИ по СФО», 2014.

96 Федак С. И., Туркин Ю. А., Селин П. Ф. и др. Геологический отчет по объекту «ГДП–200 листов М–44–III, –IV (Алейская площадь) за 2009–2011 гг. АлтФ ФБУ «ТФГИ по СФО», 2011.

97 Рыборак В. М., Шокурова В. П., Чайко Ж. Н. Геологическое строение и полезные ископаемые территории листов М–44–6–В, Г; М–44–18–А,Б,Г. – Отчет Угловской партии по глубинному геологическому картированию масштаба 1 : 50 000 территории листов с целью оценки перспектив на полиметаллические руды за 1973–1979 гг. Т. 2. АФ ФГУ «ТФГИ по СФО», 1979

98 Федак С. И., Туркин Ю. А., Селин П. Ф. и др. Геологический отчет по объекту «ГДП–200 в пограничных районах Алтая и Казахстана (листы М–44–IX, X, XI, XII; М–45–XIII)» за 2004–2008 гг. Том 1–6. АлтФ ФБУ «ТФГИ по СФО», 2008.

99 Синдяев Ю. В. и др. Отчет по проведению геолого–гидрогеологических работ с элементами геоэкологической направленности в масштабе 1 : 200 000 на территории Рубцовско–Локтевского ТПК. Кн. 1–4. Змеиногорск, АлтФ ФБУ «ТФГИ по СФО», 2000.

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



101 Техничко–экономическое обоснование защиты г. Горняка от подтопления подземными водами. – Белгород, 1997.

#### **Нормативно–методические документы**

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

103 ГОСТ 12.1.004–91. Пожарная безопасность. Общие требования.

104 ГОСТ 12.4.009–83. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание.

105 ГОСТ 12.0.003–74 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы.

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

107 ГОСТ 12.1.019–79 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

108 ГОСТ 12.1.038–82. Электробезопасность. Предельно допустимое значения напряжений прикосновения и токов.

109 ГОСТ 12.4.011–89 Средства защиты работающих. – Введ. 1990–01–07. – М.: Гос. комитет СССР по стандартам: Изд–во стандартов, 1990. – 8 с.

110 ГОСТ Р ИСО 26000 – 2012 Руководство по социальной ответственности.

111 НПБ 105–03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – Введ. 2003–01–08. – М.: Стандартинформ, 2003. – 31 с.

112 Учет и оценка природных ресурсов и экологического состояния территорий различного функционального использования. Методические рекомендации. – М.: ИМГРЭ, 1996, – 88 с.

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

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

115 СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. Санитарно–эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно–вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпидназор, 2003.

116 СанПиН 2.2.4.548–96. Санитарно–эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». – М.: Информационно–издательский центр Минздрава России, 1997.

117 СНиП 23–05–95. Естественное и искусственное освещение

118 Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22.07.2008 № 123–ФЗ (ред. от 10.07.2012) // Собрание законодательства. – 2008. – С. 87–140.

119 Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123–ФЗ (ред. от 10.07.2012) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

120 Федеральный закон от 28.12.2013 г. N 426–ФЗ «О специальной оценке условий труда».

121 ГОСТ 12.1.009–76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Термины и определения.

122 Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Вып. 2 Геолого–экологические работы. ВНИИ экон. минерального сырья и геологоразведочных работ (ВИЭМС). – М.: ВИЭМС. – 1993 г.

#### **Интернет ресурсы**

123 Большая Советская Энциклопедия (БСЭ). URL: <http://www.bse-scilib.com> (дата обращения 15.04.2018).

124 Горняцкий механический завод. URL: <http://www.gmz22.ru/about/> (дата обращения 20.04.2018).

125 Bergbau in Entwicklungsländern – Herausforderungen und Handlungsansätze. (PDF) Website von Misereor

## Приложение А

### Das Spezialien des Bergbaubetriebs

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ61	Шабунин Даниил Дмитриевич		

Консультант ИШПР отделения геологии:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Барановская Наталья Владимировна	доктор биологических наук, доцент		

Консультант – лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель	Щеголихина Юлия Викторовна	кандидат филологических наук		

## **Kapitel 1. Bergbaubetrieb**

Das Ziel dieser Arbeit ist die Untersuchung der verschiedenen Aspekte im Bergbaubetrieb.

Die Aufgaben der Arbeit sind die Suche und Auswahl des Materials für das Forschungsthema; Übersetzung des gesammelten Materials ins Russische; Analyse des Materials; Zusammenfassung des gesammelten Materials.

Die Aktualität der Arbeit besteht in den intensiven Auswirkungen des Bergbaubetriebs auf die Umwelt. Der Bergbaubetrieb belastet die Ökologie in den Bereichen Platzierung von Industrieanlagen im Produktionsprozess teilweise oder vollzählig. Diese Veränderungen drücken sich in verschiedenen Kombinationen von negativen Erscheinungen aus. Die wichtigsten sind: die Enteignung der landwirtschaftlichen Flächen, Wasserverschmutzung, Überschwemmung und Versumpfung der Flächen, Luftverschmutzung, hydrogeologischen und geochemischen Veränderungen im Gebiet.

Methoden der Forschung: Suche und Analyse des gesammelten Materials, Übersetzung, Zusammensetzung.

### **1.1 Terminus**

Der Bergbau ist ein Teil der Montanindustrie (lateinisch „Mons“, deutsch „Berg“). Man bezeichnet damit Aufsuchung und Erschließung (Exploration), Gewinnung sowie Aufbereitung von Bodenschätzen aus der oberen Erdkruste unter Nutzung von technischen Anlagen und Hilfsmitteln [125].

Nach der modernen umfassenden Definition gehören zum Bergbau das erforderliche Vermessungswesen (Markscheidewesen), Grubenbewirtschaftungsaufgaben (Bewetterung und Wasserhaltung), soziale Sicherungssysteme (Knappschaftskassen), spezielle Ausbildungsstätten (beispielsweise Bergakademien) sowie Bergaufsichtsbehörden. Als montanistisch bezeichnet man alle auf den Bergbau bezogenen Sachverhalte. Im deutschsprachigen Raum waren und sind auch die Bezeichnungen Montanwesen, Gewinnung von Rohstoffen mineralischen und fossilen Ursprungs sowie Berg- und Hüttenwesen üblich. Die Gewinnung von Erdwärme (Geothermie) gehört ebenfalls in den Bereich Bergbau.

Je nachdem, ob die Lagerstätten der Bodenschätze in Bergwerken („unter Tage“) oder im Tagebau zu erreichen sind, gibt es unterschiedliche Abbauverfahren. Bergbauliche Aktivitäten werden weltweit durch das jeweilige Bergrecht innerhalb der nationalen Gesetzgebung geregelt [125, 89].

## 1.2 Grundlegende Zweige

Die im Bergbau geförderten Rohstoffe können in drei große Gruppen unterteilt werden: Element-, Energie- und Eigenschaftsrohstoffe. Zur Gruppe der **Elementrohstoffe** gehören Grundstoffe für die Metallurgie und Chemie.

1. Erze:
  - a) Eine Anreicherungen von Metallen oder metallhaltigen Mineralen, wie etwa Gold, Eisenerze (Hämatit und andere), Bleiglanz, Zinkblende;
  - b) Eine Untergruppe der Erze sind die Spate –Flussspat und Schwespat;
2. Salze: z. B. Steinsalz, Kalisalze, Salpeter, Borate, Nitrate;
3. Elementarer Schwefel;
4. Graphit.

Die Gruppe der **Energierohstoffe** umfasst die Kohlenwasserstoffe, Kohle und Uran.

1. Kohlenwasserstoffe sind Erdöl und Erdgas (verbunden mit diesen sind Asphalt, Erdwachs, Bitumen und Ölschiefer);
2. Kohle: Braunkohle, Steinkohle und Anthrazit, Torf, Sapropelkohle (Kaustobiolithe);
3. Uran: Ausgangsmaterial für die Kernenergieerzeugung;
4. Erdwärme oder Geothermie, Grundlage für die geothermische Energienutzung im Wärme- und Strommarkt [89].

Die Gruppe der **Eigenschaftsrohstoffe** umfasst Steine und Erden, darunter Industriemineralien und Massenrohstoffe, sowie die Edelsteine und Halbedelsteine:

1. Industriemineralien, z. B. Kaolin (Tonerde), Glimmer, Asbest, Feldspat, Quarz und Quarzit, Graphit, Talk, Magnesit, Alaune, Vitriole;
2. Massenrohstoffe wie Kalkstein, Dolomit, Sand, Kies, Ton, Trass und Gips (zur Herstellung von Baustoffen) Bentonit, Farberden, Phosphate, Kieselgur;
3. Edelsteine und Halbedelsteine, z. B. Diamanten, Smaragde, Rubine, Granate, Bernstein.

Man unterscheidet drei Methoden der Gewinnung von bergbaulich förderbaren Rohstoffen:

1. Tagebau: oberflächennahe Rohstoffe werden durch Abgrabung in offenen Gruben gewonnen:
  - c) z. B. in einem Steinbruch, in Tongruben, Kiesgruben, Sandgruben, Torfstichen oder Kreidebrüchen;
  - d) durch Schürfen von z. B. Gold;
  - e) oder beim Mountaintop removal mining.

2. Tiefbau (unter Tage): Gewinnung in einem Bergwerk. Der Zugang zur Lagerstätte wird mit Stollen und/oder Schächten hergestellt;
3. Bohrlochbergbau: Rohstoffe werden durch Tiefbohrungen von über Tage gewonnen. Hierzu gehören die Erdöl- und Erdgasförderung, sowie das Solen von Salzen im Salzbergbau [89].

## **Kapitel 2. Bergbau–Technik und Betriebsgeschichte**

Anfangs war die Bergbauproduktion vom Handel getrennt. Nicht so die Metallerzeugung von der Erzgewinnung. Je einfacher das Mineral gewonnen werden konnte, umso eher war der Abbau der Erze mit deren Verhüttung verbunden. So beim Eisenbergbau, wofür Beweis ist, dass Zinseisen, also Schmelzprodukte, als Abgaben gefordert wurden. Umgekehrt bezeugen Zehntabgaben in Erz den selbständigen Betrieb des Bergwerks.

Auch die Goldwäscher waren nicht zugleich Schmelzer. Der Betrieb war ein höchst extensiver, wodurch in späterer Zeit die Verarbeitung alter Halden und Schlacken möglich wurde. Durchwegs deuten die Quellen nur auf handwerksmäßige Kleinbetriebe; größere Anlagen gab es weder für die Gewinnung noch für die Verarbeitung der Erze und Metalle. Nichtsdestoweniger konnte an einem Orte eine Mehrzahl solcher Kleinbetriebe eine nicht zu unterschätzende Massenproduktion entfalten. Von derartigen Plätzen, Pflanzstätten der technischen wie wirtschaftlichen Schulung, ging der Fortschritt der Bergbau–Technik aus. Durch die Vereinigung einer gewerblichen Bevölkerungsmasse erhielt auch die Siedlung ein ganz eigenes Gepräge [86].

### **2.1 Technik des Abbaus**

Die Gewinnung der Metalle an den Fundstätten geschah teils durch Auswaschen, teils Graben. Gewaschen wurde an schrittweise weiter verlegten Waschplätzen das Gold des Flußsand es oder Gebirgsdetritus mit nicht näher bekannten Vorrichtungen. Ebenso der in Körnern auf sekundären Lagern vorkommende Zinnstein; hierzu bediente man sich hölzerner Geräte und z.T. künstlicher Wasserzuleitungen. Infolge der Tiefe der Zinnsteinablagerungen im Alluvium wurden bei fortschreitendem Bau besondere Sicherungen vorgenommen.

Die Ausbeutung der ursprünglichen Metallager erfolgte teils im Tagebau, teils Tiefbau, durch Graben. Grube wurde die allgemeine Bezeichnung der Abbaustätte oder eines einzelnen Betriebes, aber auch im weiteren Sinn eines Abbaugebietes. In mehr oder weniger einfachem Oberflächenbau ließen sich an vielen Orten Eisenerze nach dem Abräumen der Dammerde gewinnen. Die Masse der gewinnbaren Erze konnte solchenfalls die Möglichkeit ihrer Verarbeitung weit übersteigen, so dass es wohl nicht einmal zur Abgrenzung der Gewinnungsstellen kam. Auch die englischen Zinnlager wurden z.T. durch steinbruchartigen Abbau ausgebeutet.

#### ***Tiefbau***

Dass die Verwendung des Tiefbaues schon früh geläufig war, wurde vor allem in Hinsicht auf den Stollenbau von einigen Forschern lange bezweifelt. Jedenfalls konnte trotz des fremden Vorbildes von der Herstellung ähnlicher, z.T. ausgedehnter und mächtiger Berggebäude, nicht die Rede sein, hierfür fehlten vorerst die wirtschaftlichen Voraussetzungen

der größeren Unternehmung. Gleichwohl verstand man das Absenken von Gruben durch überlagernde Gesteinsmassen bis auf die Erzmittel, um flötzartige oder gangartige Vorkommen, insbesondere Silberadern zu erreichen.

Dass außer Silber auch Eisenerz durch Tiefbau gewonnen wurde, beweist das Zeugnis für einen durch das ganze Jahr fortgesetzten Betrieb [86, 89].

Dem Vordringen mit längeren Strecken und in größere Tiefen setzte die mangelnde Luftzufuhr sowie die Grubenwässer ein Ziel, deren man mit zureichenden Hebevorrichtungen Herr zu werden erst allmählich lernte. War durch einen Schacht ein Lager aufgeschlossen (Fundgrube), so folgte das Abteufen neuer Schächte in kurzen Entfernungen daneben, bei Gängen nach dem vermuteten Streichen, so dass, da man von einem Angriffspunkt aus nur eine beschränkte Abbaumöglichkeit hatte, immer wieder neue Angriffspunkte von der Oberfläche aus gesucht wurden. Daraus erklärt sich die älteste Ordnung kollidierender Bergbaurechte in der Weise, dass einerseits regelrechtes Vorgehen in die Tiefe, andererseits die Einhaltung einer Mindestentfernung der neuen Grube von der alten vorgeschrieben wurde, wogegen es an einer eigentlichen Feldvermessung über Tage mangelte.

Von der geschilderten Abbaumethode ist mancher Orts der Augenschein noch heute durch zahllose dichtgedrängte, nach dem Streichen der Gänge verlaufende Pingen erhalten. Laut dem tschechischen Montangeologen František Pošepný (1836–1895), geht z.B. die Zahl der Pingen des ehemaligen Trienter Silberbergbaues in die Tausende. Zieht man noch die Verwendung der Oberfläche für die Scheidung der Erze und andere; Tagarbeiten in Betracht, so folgt, dass jede Landwirtschaft oberhalb der Tiefbau ebenso ausgeschlossen war wie durch Tagebau.

Das Treiben von Gängen (Stollen) war nicht minder bekannt. Im 12. Jhd. müssen deutsche Bergleute, wie Schilderungen ihrer Verwendung für Kriegszwecke ergeben, die Kunst des Minierens bereits in hervorragendem Maße beherrscht haben. Daraus kann auch auf die Verwendung längerer Stollen für Grubenentwässerung geschlossen werden (ein Erbstollen anf. 13. Jhd. ist z.B. in Trient erhalten) [86, 89].



## **2.2 Technik der Metallherzeugung**

Die ersten metallurgischen Kenntnisse, das Umschmelzen der Metalle und das Ausschmelzen aus den Erzen gehen nicht auf mitteleuropäische Kulturen zurück. Auf die Fertigkeit im Bergbau untergegangener Volksreste weisen jedoch Zwergensagen hin. Die eigene Fertigkeit entwickelte sich unter gleichzeitigem Fortbestand einfacherer Technik, wie bei der Eisenerzeugung, die von bäuerlichen Schmelzern in manchen Gegenden bis in die Neuzeit nach alter Art und Weise fortbetrieben wurde. Der Bedarf an Heizmaterial führte zu einer Verbindung mit der Köhlerei. Dadurch war der Standort der Schmelzwerke in waldreicher Umgebung bzw. die Verlegung dahin bedingt, woher die (jüngere) Bezeichnung *silvani* – 'Waldleute, Waldbürger, Waldwerk' herkommt [86].

### ***Einfaches Verfahren***

Der Zweck der Eisenerzeugung war die Herstellung von Schmiedeeisen für Waffen und Nutzgegenstände; die Entstehung von Gußeisen suchte man zu vermeiden. Mittels "Rennarbeit" wurde in Herden im vertieften Erdboden oder aufgebauten Öfen aus Eisenerz unter Zusatz von Holzkohle in einem einzigen Reduktionsprozeß unmittelbar Schmiedeeisen gewonnen; der sich auf dem Boden bildende zähflüssige stahlhaltige Eisenklumpen (Luppe) wurde nach Erkalten herausgezogen und durch Hämmern zubereitet. Rennherde auf Anhöhen oder günstig gelegenen Bergabhängen wurden mglw. durch natürliche Luftzufuhr betrieben. Bei schwerer schmelzbaren Erzen ließ sich nur künstlicher Wind anwenden, der durch Gebläse mit Handbetrieb erzeugt wurde. Einem doppelten Schmelzprozeß wurde das englische Zinn unterzogen. Nach Reduktion der leicht schmelzbaren Erze sammelte sich am Boden des Ofens das flüssige Zinn und wurde in Formen abgelassen. Zum Heizen der Öfen kam Torf in Anwendung. Die zweite Schmelzung durfte der Abgabe wegen gemäß der oben genannten Quelle von 1198 nur an bestimmten Orten stattfinden.

### ***Mehrmaliges Verfahren***

Silber erforderte ein zweimaliges bzw. dreimaliges Verfahren. Durch Reduktion bleihaltiger Silbererze wurde zunächst eine silberhaltige Bleimasse, daraus durch Oxydierung auf dem Treibherd nach Ablassung des silberarmen Bleioxydes und Erzielung des Silberblickes eine noch immer stark bleihaltige Silbermasse gewonnen. Durch 'Brennen' im 'Test' entstand dann das sog. Brandsilber von relativer Feinheit. Zur Erzeugung der Schmelzhitze waren Gebläse notwendig; auf deren Betrieb mittels Wasserkraft deutet zuerst eine Trienter Quelle. Als Bezeichnung der Schmelzwerkstätte diente spätestens seit dem 13. Jhd. wurde 'Hütte' zu einem technischen Begriff [86, 89].

### **2.3 Betriebsorganisation**

Die industrielle Organisation nahm ihren Ausgang von der Grundherrschaft. Freie Kleingrundbesitzer sind als Unternehmer nicht nachzuweisen. Auch die Allmende-artige Nutzung von Goldwäschen kann nur als möglich hingestellt werden. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Goldwäscherei seit jeher als selbständige Unternehmung einzelner, teils wandernder, teils am Orte seßhafter bestand, da sie weder der Kapitals- noch der Arbeitsorganisation bedurfte.

#### ***Herrschaftliche Organisation***

Als grundherrliche Unternehmung war der Bergbau herrschaftlich organisiert. Doch erwiesen sich die Grundherren unvermögend, die Unternehmerrolle zu behaupten, so dass sich auf dem Boden der herrschaftlichen Organisation der Übergang zur freien Unternehmung vollzog.

Die übliche Form grundherrlicher Betriebsorganisation war der Zinsbau, der nicht notwendig als Entwicklungsstufe angesehen werden muß. Der Zins erscheint in verschiedener Art. Beim Eisenbergbau häufig als Grundzins, ähnlich jenem bestifteter Handwerker, bestehend in Eisenmassen, die entweder von dem erzhaltigen Boden selbst oder von der Eisenerzeugung gewidmetem Bau- und Ackergrund zu leisten waren Traditiones et antiquitates Fuldenses. In anderen Fällen entfiel der Zins vom Werk, wie anscheinend bei den königlichen Eisengruben bzw. Öfen im Montafon.

Häufig ist die Vergebung von Bezugsrechten auf derartige Zinseisen, um den Roheisenbedarf der Bedachten zu decken. Auf Teilbauverhältnisse beim Silberbergbau dürfte der Anspruch des Bischofs von Toul auf die zu beziehen sein. Für die Erlangung der wirtschaftlichen Freiheit der grundherrlichen Produzenten bildeten die Zinsbauverhältnisse auf Grund einer begrenzten Abgabepflicht die Wurzel [86, 89]

#### ***Anfänge der Gewerkschaft***

Die Notwendigkeit des Zusammenarbeitens mehrerer führte mit der Verselbständigung der Betriebe zur genossenschaftlichen Form der Unternehmung. Ein Einzelner, etwa mit Hilfe von Familienangehörigen, konnte den Betrieb einer Gold- oder Zinnwäsche versehen; beim eigentlichen Bergbau dagegen erforderten auch die kleinen Betriebe eine Mehrheit von Arbeitern. Ein über das technische noch gesteigertes Bedürfnis ergab sich aber für den Silberbergbau aus der unwiderstehlichen Verlockung raschen Gewinnes durch ein organisiertes Raubbausystem. Durch Ablösung der Arbeiter, vielleicht auch schon Nacharbeit, in die das künstliche Licht in den Tiefen der Erde die Tagarbeit unmerklich übergehen ließ, steigerte man die Betriebsintensität und organisierte stärkere Gruppen von Bergleuten zur Zusammenarbeit in den einzelnen oder in aneinander geschlossenen Gruben (Schächten), die hier die

Betriebseinheiten bildeten. Durch Überlassung des selbständigen Betriebes an solche Arbeitsgruppen auf Grund des Zinsbaues zu Gewinn und Verlust erlangten diese die Stellung von Unternehmerverbänden (Arbeitsgenossenschaft).

Aus der Arbeitsgenossenschaft und neben dieser entstand die kapitalistische Gewerkschaft. Sie zählt Mitglieder, die sich an der Unternehmung lediglich mit Kapital beteiligen: einerseits von Herkunft Arbeiter, die als Unternehmer in reichen Gruben zu Vermögen gekommen, es vorzogen, sich der weiteren persönlichen Arbeit durch Bestellung eines Ersatzarbeiters zu entziehen. vielleicht um bei neuen Gründungen die eigene Erfahrung nutzbringend zu verwerten; andererseits bergfremde, von Spekulationstrieb geleitete Kapitalisten, die von den Aufnehmern der Grube, um Unternehmungskapital und Arbeit zu beschaffen, durch Verkauf eines Anteils mit der Pflicht gleicher Bestellung von Ersatzarbeit herangezogen wurden.

Bei ertraglosen oder minder ertragreichen Gruben konnte so innerhalb derselben Gewerkschaft der Unterschied von Arbeitergewerken, die selbst bergmännisch tätig waren (unter ihnen auch Handwerker wie die Bergschmiede) und kapitalistischen entstehen, die Hilfsarbeiter (nicht Genossen) entlohnten. Wachsender Unternehmergewinn bewirkte die Niederlegung aller persönlicher Arbeit und den Übergang zur rein kapitalistischen Gewerkschaft. Das mitgliedschaftliche Recht wurde durch Bruchteile bestimmt; deren Zahl war eine wechselnde und stimmte mit jener der Gewerken nicht überein, da einer mehrere Teile besitzen konnte und umgekehrt. Jeder Anteil gab Anspruch auf eine gleiche Quote des erbeuteten Silbererzes, das in Häufchen oder Kübeln unter die Genossen ausgeteilt wurde.

Der Ursprung der Gewerkschaft aus der Arbeitsgenossenschaft spiegelt noch die Sprache wieder, indem sie den Gewerken ohne Rücksicht auf persönliche Arbeit als *laborator* bezeichnete und die kapitalistische Anteilnahme durch *partem laborare* ausdrückte. Zeitlich sind aber die Anfänge der Entwicklung nicht deutlich genug zu verfolgen. Die Voraussetzungen des Überganges zum kapitalistischen Betrieb können auf Grundlage des Zinsbaues schon früh vorhanden gewesen sein. Unzweifelhaft war die Gewerkschaft (entgegen einer verbreiteten Ansicht) in der zweiten Hälfte des 12.Jhds. bereits voll ausgebildet. Dies beweisen Nachrichten über die Zubaßwirtschaft und den Verkehr mit Teilen, die sich schlechterdings nicht vereinen lassen mit bloßen Arbeitsgenossenschaften [86, 89].

Die rein kapitalistische Beteiligung von Interessen außerhalb des bergmännischen Berufskreises erscheint danach bereits eingelebt. Im Gefolge dieser Entwicklung hatte sich zugleich die soziale Abschichtung der Unternehmer von den Hilfsarbeitern (*operarii, laboratores, servientes*) vollzogen, die jedoch infolge der Verbindung der Arbeiter– mit der

Unternehmerstellung und des Aufsteigens von Arbeitern zu kapitalistischen Gewerken weit über diese Zeit hinaus keine schroffe gewesen ist.

### ***Hüttenunternehmungen***

Auch der *Hüttenbetrieb* war spätestens seit dem 12. Jh., insbesondere beim Silberbergbau, als selbständige kapitalistische Unternehmung ausgestaltet. Die ersten Hüttenherrn waren vermutlich kunstverständige Meister; zur bezeichneten Zeit waren es auch schon Klöster und sonst berufsfremde Unternehmer, die ein Personal von Hüttenarbeitern hielten. Die Hüttenherrn kauften die Erze von den Gewerken; doch hatten manche Gewerken eigene Hütten, auch gesellschaftlich. Im Allgemeinen scheint Vergesellschaftung jedoch nicht die Regel gewesen zu sein. Das fertige Metall wurde an Händler verkauft oder an die Münze. Ein Vorkaufsrecht auf Zinn behauptete der englische König schon im 12. Jhd. Anfänge eines Silbervorkaufsrechtes finden sich zu dieser Zeit auch in Deutschland [86, 89].

### **Kapitel 3. Auswirkungen des Bergbaubetrieb auf die Umwelt**

Umweltauswirkungen und wirtschaftliche Umbrüche durch Einrichtungen von Bergwerken sind schon früh belegt. Vom Mittelalter bis in die Neuzeit findet man vielfache Kunde vom sogenannten „Berggeschrey“ und Goldräuschen. Halden und Verhüttung im Umfeld der Bergwerke führten bereits im Mittelalter zur Herausbildung einer Galmeiflora und Schwermetallrasen.

Die Umweltgeschichte betrachtet den Bergbau im Umfeld der Industrialisierung wie anhand des Wandels von Industrie- und Kulturlandschaften und deren Wandel. Nach Günter Bayerl wurde bereits im 18. und 19. Jahrhundert Landschaft zu Industrierevieren und Ballungsräumen wie sanierter und regulierter ‚Quasi‘-Natur verwandelt. Die speziellen Erfahrungen der neuen Bundesländer sind dabei von Belang für die Betrachtung der klassischen Bergbaureviere im Westen. In Ostdeutschlands vor und nach der Wende kam es nach Bayerl zum Phänomen eines Umweltschutzes durch Stillstand aufgrund von Industriestillegung und Bevölkerungsabwanderung.

Grundsätzlich muss bei der Einrichtung eines Bergwerks unabhängig von der Art der Rohstoffgewinnung eine Infrastruktur geschaffen werden, die den Abtransport ermöglicht. Wenn sich das Abbaugbiet – wie heute häufig der Fall – in abgelegenen Wildnis-Regionen befindet, führt bereits der Bau von Straßen oder Eisenbahnen und die Schaffung von Arbeitersiedlungen zwangsläufig zu einer weitreichenden Beeinflussung der natürlichen Umwelt. Die Erfahrung zeigt, dass entlang der Verkehrswege im Laufe der Zeit weitere Anlagen und damit neue Siedlungen und weitere Straßen entstehen, die zumindest die Parzellierung der Naturlandschaften und die Zerstörung von Habitaten immer mehr verstärken.

Eine große Anzahl der Konfliktfelder indigener Völker geht auf Maßnahmen der Rohstoffförderung zurück. Ein anschauliches Beispiel für die Folgeentwicklungen von Bergbauprojekten ist der Bau der Erzbahn in schwedisch Lapland, die seit dem Ende des 19. Jahrhunderts maßgeblich die Erschließung des kaum besiedelten Nordens vorangetrieben hat [92].

Besonders der Tagebau – der aufgrund des zunehmenden Bedarfes an Rohstoffen immer größere Ausmaße annimmt – ist die massivste Form der Landschaftsveränderung und hat weitreichende Auswirkungen auf den Naturhaushalt und den Grundwasserspiegel der betroffenen Regionen. Bei der Zerstörung bislang unbeeinflusster, natürlicher Ökosysteme nimmt der Tagebau heute im Vergleich zu Landwirtschaft, Besiedlung und Verkehr den ersten Platz ein. Bisweilen sind auch Siedlungen betroffen, die dem Tagebau weichen müssen. Ein bekanntes Politikum in diesem Zusammenhang ist der Tagebau Garzweiler in der Niederrheinischen Bucht. Andererseits sind damit auch Chancen der

Erneuerung im Rahmen von Rekultivierungsmaßnahmen verbunden. Aufgelassene Gruben und Steinbrüche können zu wertvollen Biotopen werden. Die Einrichtung, Entwässerung, Bewetterung und Absicherung wie die Folgenutzung von Bergwerken und der zugehörigen Montanindustrie hat eine Vielzahl von Innovationen und Neuerungen im rechtlichen, planerischen wie unternehmerischen und technischen Umfeld zur Folge.

Neben den vorgenannten Auswirkungen kann der Bergbau zu verschiedenen Emissionen giftiger Stoffe in Luft und Wasser führen. Große Umweltskandale dieser Art mit erheblichen gesundheitlichen Risiken für die Bevölkerung wurden etwa von den Goldbergwerken Südamerikas bekannt, bei denen große Mengen hochgiftigen Quecksilbers in die Umwelt gelangen. Weitere problematische Stoffe bei der Gewinnung metallischer Erze sind Phosphor- und Schwefel-Verbindungen, Schwermetalle oder radioaktive Stoffe bei der Urangewinnung. Bei der Öl- und Gasförderung kommt es u. a. in Westsibirien oder im Nigerdelta durch dauerhaft defekte Anlagen (Bohrtürme, Pipelines u. ä.) zu einer enormen Verseuchung von Böden und Gewässern, die je nach Ökologie irreversibel sein kann.

Während die Bergbauunternehmen in den Industrieländern vielfach große Anstrengungen unternehmen, um diese Emissionen zu verhindern oder zu minimieren, sind die Auflagen und Maßnahmen in den Ländern der Dritten Welt oftmals ungenügend [92].

Beispiele für erhebliche Umwelt-Auswirkungen verschiedener Bergwerke siehe u. a. → Yanacocha (Peru, Gold), → Chuquicamata (Chile, Kupfer) → Rössing-Mine (Namibia, Uran) → Grasberg-Mine (West-Papua, Gold und Kupfer) → Pangunamine (Papua-Neuguinea, Kupfer) → Lausitzer Braunkohlerevier (Deutschland) → El Cerrejón (Kolumbien, Steinkohle) → McArthur-River-Uranmine (Kanada, Uran) → Nigerdelta (Nigeria, konventionelles Erdöl) → Athabasca-Ölsande (Kanada, unkonventionelles Erdöl) → Bayan-Obo-Mine (Volksrepublik China, Seltene Erden)

Das amerikanische Blacksmith Institute ermittelt seit 2006 die Top 10 der am stärksten verseuchten Orte der Erde. Dabei gehören Bergbau-Betriebe häufig zu den Verursachern. Zu nennen wären hier Kabwe in Sambia (Blei und Cadmium), Norilsk in Nord-Sibirien (Nickel, Kupfer, Cobalt, Blei), Dalnegorsk im fernen Osten Russlands (Blei, Cadmium, Quecksilber, Antimon), Sukinda in Nordost-Indien (Chrom) oder Tianying in Zentral-China (Blei und andere Schwermetalle).

Einfluss der Bergbaubetrieb hat eine negative Auswirkung auf die Lage die Umwelt. Das drücken sich so aus: die Enteignung der landwirtschaftlichen Flächen, Wasserverschmutzung, Überschwemmung und Versumpfung der Flächen, Luftverschmutzung, hydrogeologischen und geochemischen Veränderungen im Gebiet.

Um eine günstige Umweltqualität zu halten erfordert eine Reihe von Maßnahmen, um die anthropogenen Belastung zu reduzieren. Dazu gehören:

- die Erhöhung der Rolle des Recycling von Schrott und Abfallprodukt;
- die Verringerung von Emissionen und Verringerungen der Volumen Kohlenwasserstoffproduktion durch intensive Einführung alternativen Energiequellen (Wind, Sonne, etc.).

Nur so kann die Menschheit eine nachhaltige Entwicklung erreichen [92].