

Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки 05.03.06 Экология и природопользование

Отделение геологии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| Тема работы |
|--|
| Геохимическая характеристика донных отложений озер центральной части Республики Хакасия |

УДК 551.312.4:556.55(571.531)

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|----------------------------|---------|------|
| 2Г71 | Кузнецова Дарья Евгеньевна | | |

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | Иванов Андрей Юрьевич | к.г – м.н. | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | Спицына Любовь Юрьевна | к.э.н. | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|---------------------------|------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Гуляев Милий Всеволодович | - | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|-----------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | Азарова Светлана Валерьевна | к.г – м.н. | | |

**Результаты освоения по ООП 05.03.06 «Экология и природопользование»
профиль «Геоэкология»**

| Код | Результат освоения ООП | Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон |
|---|--|---|
| Общие по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование» Профиль «Геоэкология» | | |
| P1 | Владеть культурой мышления, глубокими базовыми и специальными знаниями отечественной истории, философии, экономики, правоведения, уметь использовать их в области экологии и природопользования; иметь ясные представления о здоровом образе жизни | Требования СУОС, ФГОС ВО (УК-1-4, 7, 8; ОПК 4, 6, 7, 9; ПК-7) |
| P2 | Демонстрировать глубокие естественнонаучные, математические знания, необходимые для владения математическим аппаратом экологических наук, для обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию, применять профессиональные знания в области экологии и природопользования, практической географии, физики, химии и биологии и способны использовать их в области экологии и природопользования | Требования СУОС, ФГОС ВО (УК- 1, 2, 3, 6; ОПК-1-9; ПК-1, 2, 14-16) |
| P3 | Уметь применять экологические методы исследований при решении типовых профессиональных задач, владеть методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях | Требования СУОС, ФГОС ВО (УК-1-4, 6; ОПК-1, 2, 7-9; ПК-1-2, 4-6, 14-17) |
| P4 | Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональном коллективе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности в сфере охраны окружающей среды | Требования СУОС, ФГОС ВО (УК-4, 6; ОПК-7, 9; ПК-2, 7) |
| P5 | Использовать теоретические знания, методы обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной геоэкологической информации на практике; самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности | Требования СУОС, ФГОС ВО (УК-1, 3, 7, 8, ОПК 2, 8-9, ПК-2, 6) |

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) 05.03.06 «Экология и природопользование»
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение геологии
 Период выполнения (весенний семестр 2020/2021 учебного года)

Форма представления работы:

| |
|---------------------|
| Бакалаврская работа |
|---------------------|

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН

выполнения выпускной квалификационной работы студента гр. 2Г71 Кузнецовой Д.Е. на
 тему: «Геохимическая характеристика донных отложений озер центральной части
 Республики Хакасия»

| | |
|--|--|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | |
|--|--|

| Дата контроля | Название раздела (модуля) / вид работы (исследования) | Максимальный балл раздела (модуля) |
|---------------|---|------------------------------------|
| 15.12.2020 | <i>Административно-географическая характеристика Республики Хакасия</i> | 10 |
| 10.02.2021 | <i>Литературный обзор</i> | 10 |
| 01.03.2021 | <i>Методика исследования</i> | 20 |
| 15.04.2021 | <i>Расчетная часть и обсуждение результатов</i> | 20 |
| 10.05.2021 | <i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i> | 15 |
| 20.05.2021 | <i>Социальная ответственность</i> | 15 |
| 25.05.2021 | <i>Оформление ВКР</i> | 10 |

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | Иванов Андрей Юрьевич | К.Г - М.Н. | | |

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ Азарова С.В.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

| |
|--|
| Бакалаврской работы |
| (бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации) |

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|-----------------------------|
| 2Г71 | Кузнецовой Дарье Евгеньевне |

Тема работы:

| |
|--|
| Геохимическая характеристика донных отложений озер центральной части Республики Хакасия |
| Утверждена приказом директора (дата, номер) |

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| Исходные данные к работе | |
|---|---|
| <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i> | Литературные материалы, данные по ранее проведенным исследованиям результаты собственных научных исследований (проб донных отложений, отобранных на территории центральной части Республики Хакасия). |

| | |
|---|---|
| <p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p> | <p>Обзор литературы по истории изучения донных отложений Сибири, Хакасии и зарубежных исследований; определение минерального состава изучаемой среды; проведение статистического анализа геохимического спектра по данным инструментального нейтронно-активационного анализа; изучение геохимических особенностей донных отложений озер центральной части Республики Хакасия.</p> |
| <p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p> | |
| <p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p> | |
| <p>Раздел</p> | <p>Консультант</p> |
| <p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p> | <p>Спицына Любовь Юрьевна</p> |
| <p>Социальная ответственность</p> | <p>Гуляев Милий Всеволодович</p> |
| <p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p> | |
| <p>Нет</p> | |

| | |
|--|-------------------|
| <p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p> | <p>02.11.2020</p> |
|--|-------------------|

Задание выдал руководитель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | Иванов Андрей Юрьевич | К.Г - М.Н. | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|----------------------------|---------|------|
| 2Г71 | Кузнецова Дарья Евгеньевна | | |

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

Студенту:

| | |
|---------------|-----------------------------|
| Группа | ФИО |
| 2Г71 | Кузнецовой Дарье Евгеньевне |

| | | | |
|----------------------------|--|----------------------------------|--|
| Школа | Инженерная школа природных ресурсов | Отделение школы (НОЦ) | Отделение геологии |
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/специальность | 05.03.06 «Экология и природопользование» |

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

| | |
|---|---|
| <i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i> | Бюджет проекта – не более 228135,85 руб., в т.ч. за траты по оплате труда – не более 130860,80 руб. |
| <i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i> | Значение показателя интегральной ресурсоэффективности – не менее 4,30 баллов из 5 |
| <i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i> | В соответствии с налоговым кодексом РФ. Отчисления во внебюджетные фонды (30%) |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|---|--|
| <i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i> | Технико-экономическое обоснование целесообразности выполнения работ |
| <i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i> | Планирование технического проекта. Определение текущих затрат на проводимые работы. Расчет сметной стоимости работ |
| <i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i> | Обоснование эффективности выполненной работы |

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. График проведения и бюджет НИ
3. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

| | | | | |
|------------------|------------------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| доцент | Спицына Любовь Юрьевна | К.Э.Н. | | |

Задание принял к исполнению студент:

| | | | |
|---------------|----------------------------|----------------|-------------|
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
| 2Г71 | Кузнецова Дарья Евгеньевна | | |

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| | |
|--------|----------------------------|
| Группа | ФИО |
| 2Г71 | Кузнецова Дарья Евгеньевна |

| | | | |
|---------------------|-------------------------------------|---------------------------|--|
| Школа | Инженерная школа природных ресурсов | Отделение (НОЦ) | Отделение геологии |
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/специальность | 05.03.06 «Экология и природопользование» |

Тема ВКР:

| | |
|--|---|
| Геохимическая характеристика донных отложений озер центральной части Республики Хакасия | |
| Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»: | |
| 1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения | Объектом исследования являются данные анализа донных отложений озер, расположенных в центральной части Республики Хакасия. Область применения: геоэкология. Рабочие места расположены в аналитической лаборатории НИ ТПУ ИШПР МИНОЦ «Урановая геология» на пятом этаже здания (20 корпус ТПУ, пр. Ленина 2/5) в аудиториях 530 и 533-534. Работа с ЭВМ по анализу полученных результатов проходит в аудитории 439 в 20 корпусе ТПУ. |
| Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке: | |
| 1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: | Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. Для организации удовлетворительных условий труда в лабораториях и в полевых условиях необходимо рассмотреть требования СанПин и РД |
| 2. Производственная безопасность: | Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов: <ul style="list-style-type: none"> – Отклонение показателей климата на открытом воздухе; – Тяжесть и напряженность физического труда; – Отклонение показателей микроклимата в помещении; – Недостаточная освещенность; – Электромагнитное излучение; – Шумовая нагрузка; – Монотонный режим работы. Опасные факторы при проведении полевых, лабораторных и камеральных работ: <ul style="list-style-type: none"> – Механические травмы при пересечении местности; – Электрический ток; – Пожароопасность; – Выводы на соответствие допустимым условиям труда согласно специальной оценке условий труда. |
| 3. Экологическая безопасность: | <ul style="list-style-type: none"> – Анализ воздействия объекта на атмосферу, гидросферу и литосферу; – Решение по обеспечению экологической безопасности; |

| | |
|--|---|
| 4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: | <ul style="list-style-type: none"> – Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – Выбор наиболее типичной ЧС; – Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. – Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) |
|--|---|

| | |
|--|-------------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 11.02.2021 |
|--|-------------------|

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|---------------------------|------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Гуляев Милий Всеволодович | - | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|----------------------------|---------|------|
| 2Г71 | Кузнецова Дарья Евгеньевна | | |

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 89 страниц, 34 рисунка, 35 таблиц, 55 источников.

Ключевые слова: донные отложения, элементный состав, минеральная фаза.

Предметом исследования являются донные отложения, отобранные на территории центральной части Республики Хакасия, из следующих озер: Теплое, Пионерное, Баланкуль, Беле, Шира, Тус.

Цель работы – проведение геохимической характеристики донных отложений озер центральной части Республики Хакасия, а также сравнение среднего содержания химических элементов в донных отложениях с данными других озер.

В процессе исследования проводились следующие анализы: электронная микроскопия, инструментальный нейтронно-активационный анализ, рентгеноструктурный, измерение ртути атомно-абсорбционным методом.

Значимость работы: полученные результаты проведенных исследований могут найти широкое применение при дальнейших исследованиях.

Оглавление

| | |
|--|----|
| Введение | 2 |
| 1 История изучения донных отложений | 4 |
| 2 Физико-географическая характеристика района исследования | 13 |
| 2.1 Административно-географическое описание района | 13 |
| 2.2 Геология и полезные ископаемые Республики Хакасия | 14 |
| 2.3 Климатическая характеристика района | 17 |
| 2.4 Гидрологическая характеристика района | 19 |
| 2.5 Почвы | 21 |
| 2.6 Растительный и животный мир района | 22 |
| 3 Материалы и методы исследования..... | 24 |
| 3.1 Опробование и пробоподготовка донных отложений..... | 24 |
| 3.2 Аналитические методы определения химических элементов в донных отложениях..... | 25 |
| 3.2.1 Определение Hg в донных отложениях атомно-абсорбционным методом..... | 25 |
| 3.2.2 Определение минерального состава донных отложений с помощью растровой электронной микроскопии | 27 |
| 3.2.3 Определение минерального состава с помощью рентгеноструктурного анализа..... | 28 |
| 3.2.4 Инструментальный нейтронно-активационный анализ..... | 30 |
| 4 Минеральный состав донных отложений озер центральной части Республики Хакасия..... | 32 |
| 5 Содержание химических элементов в донных отложениях озер центральной части Республики Хакасия | 39 |
| 5.1 Латеральное распределение..... | 39 |
| 5.2 Вертикальное распределение..... | 42 |
| 6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .. | 46 |
| 6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения | 46 |
| 6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования..... | 46 |
| 6.1.2 Анализ конкурентных технических решений | 48 |

| | |
|--|----|
| 6.2 Планирование научно-исследовательских работ..... | 49 |
| 6.3 Определение трудоёмкости выполнения работ..... | 52 |
| 6.4 Разработка графика проведения научного исследования..... | 55 |
| 6.5 Бюджет научно-технического исследования..... | 57 |
| 6.5.1 Расчет материальных затрат..... | 57 |
| 6.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ | 58 |
| 6.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы..... | 59 |
| 6.5.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы..... | 61 |
| 6.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды | 62 |
| 6.5.6 Накладные расходы..... | 63 |
| 6.5.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта | 63 |
| 6.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.. | 64 |
| 7 Социальная ответственность..... | 67 |
| 7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности..... | 67 |
| 7.2 Производственная безопасность..... | 69 |
| 7.2.1 Анализ вредных производственных факторов и мероприятий по их устранению..... | 71 |
| 7.2.2 Анализ опасных производственных факторов и мероприятий по их устранению..... | 75 |
| 7.3 Охрана окружающей среды | 77 |
| 7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях | 78 |
| Заключение | 81 |
| Список использованной литературы..... | 82 |

Введение

Донные отложения (донные осадки, наносы) – твердые частицы и седименты, образованные и осажденные на дно какого-либо водного объекта по причине физико-химических и биохимических процессов, происходящих с веществами как естественного, так и техногенного происхождения внутри водоемов [23].

К настоящему моменту донные отложения считаются одной из самых показательных сред для проведения исследований загрязненности района, а также оценки антропогенного и природного воздействия. Поскольку донные отложения являются особой депонирующей средой, для них характерна способность аккумулировать в себе различные природные и техногенные элементы и загрязняющие вещества.

Республика Хакасия, как один из интересных регионов для изучения этой среды, располагает большим количеством природных и антропогенных водоемов, исследование которых необходимо, поскольку на данный момент донные отложения этих объектов являются недостаточно исследованными и изученными.

Целью данной работы является проведение геохимической характеристики донных отложений озер центральной части Республики Хакасия, а также сравнение среднего содержания химических элементов в донных отложениях с данными других озер.

Для выполнения поставленной цели, были выполнены следующие задачи:

- 1) поиск и анализ литературных данных, а также ранее проведённых исследований по изучению геохимических особенностей донных отложений озер Республики Хакасия;
- 2) изучение и проведение анализа минерального состава донных отложений Республики Хакасия;
- 3) анализ химических элементов в донных осадках озер Республики Хакасия.

- 4) проведение статистического анализа на основании полученных данных при проведении инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА).

Актуальность выполненной выпускной квалификационной работы заключается в том, что территория Республики Хакасия является малоизученной в области исследований донных отложений (ДО) пресных и соленых озер.

1 История изучения донных отложений

Оценка степени загрязнения донных отложений различными элементами является неотъемлемой частью изучения общей картины загрязнения того или иного региона. Донные отложения являются весьма информативной средой в исследовании хронологии накопления элементов. Изучение их вертикального распределения в донных отложениях позволяет определить периоды интенсивных поступлений этих элементов в среду. Эти поступления могут быть связаны как с природными изменениями, так и с повышенной антропогенной нагрузкой на данной территории. Кроме того, есть возможность исследовать донные отложения, не учитывая их положение в колонке.

Исследования донных отложений ранее проводились многими учеными, и по сей день эту аккумулялирующую среду изучают по всему миру.

Примером такого исследования является изучение донных осадков озер Республик Алтай и Хакасия в 2010 году, Серебренниковой О.В. Автор рассматривала состав и содержание некоторых групп углеводов и кислородсодержащих соединений в донных отложениях. Серебренникова О.В. указывает на низкий уровень загрязнения озер Беле, Иткуль и Шира. Объясняется такой уровень тем, что у перечисленных озер преимущественно каменистое и песчаное дно, которое обладает минимальной способностью к сорбции. Кроме того, автор указывает на достаточно большую глубину и относительно большую площади водного зеркала у данных озер, что также способствует рассредоточению загрязняющих веществ и элементов [19].

Также, автором было замечено то, что озера Тус, Утичье и Шунет имеют повышенные концентрации углеводов в сравнении с другими исследуемыми озерами. Серебренникова О.В. также объясняет этот факт тем, что эти озера не обладают большой глубиной и большой площадью водного зеркала. Также, перечисленные озера имеют глинистое дно, которое характеризуется крайне высокой способностью к адсорбции [19].

Еще одно исследование проводилось на озере Шунет (Хакасия) Макаренко Н.А. По его результатам было выявлено, что независимо от того, что территория, прилегающая к озеру, является зоной выпаса скота и распространения пашней, уровень загрязнения озера Шунет и его окрестностей находится в пределах низких и минимальных значений по суммарным показателям загрязнения. Также, Макаренко Н.А. указал, что такой небольшой уровень загрязнения связан с природными, а не с техногенными геохимическими факторами [20].

Изучение вещественного состава донных осадков проводится для определения минералов, слагающих какой-либо водоем, а также, является достаточно информативным для определения техногенных и природных воздействий. Примером такого исследования является работа Карнаухова Г.А. Было выполнено исследование, в котором было проведено изучение вещественного состава донных осадков Иркутского водохранилища, а также его прибрежной зоны [21].

Автор выяснила, что основным источником материала, осевшего и слагающего донные отложения в прибрежной зоне водохранилища, являются абразионные берега самого водоема. В минералогическом составе основными являются кварц, плагиоклазы и калишпаты (рисунок 1). Также, в рамках этого исследования был выполнен химический анализ донных отложений, который показал, что в них невелико содержание оксидов различных металлов (рисунок 2). Было отмечено, что на левом берегу водохранилища с отмели выносятся следующие элементы: кобальт (Co), свинец (Pb), никель (Ni), ванадий (V), марганец (Mn), титан (Ti), цинк (Zn). Они входят в состав основы размываемых песчаников (рисунок 3).

Также, Карнаухова Г.А. отмечает, что в прибрежной зоне водохранилища также замечено механическое разделение материала и в распределении рассеянных элементов (рисунок 4). Также, в донных осадках Иркутского водохранилища отмечается существенная концентрация

элементов, которые относятся к обломочным рудным минералам тяжелой фракции.

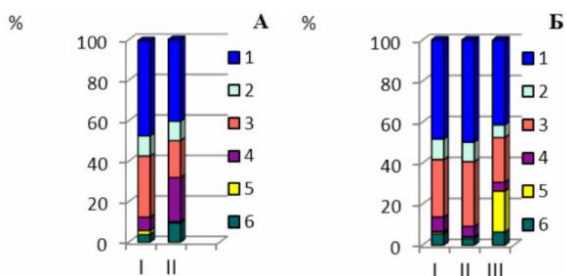


Рисунок 1 – Минералогический состав (%) легкой фракции донных отложений прибрежной зоны Иркутского водохранилища [21]

Условные обозначения: А – юрские песчаники, Б – четвертичные суглинки и супеси. I – пески, II – крупные алевриты, III – мелкоалевритовые илы. 1 – кварц, 2 – калишпаты, 3 – плагиоклазы, 4 – слюды, 5 – обломки, агрегаты, 6 – углефицированные растительные остатки.

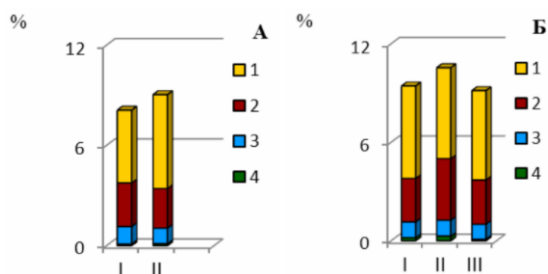


Рисунок 2 – Содержание оксидов (%) в донных отложениях прибрежной зоны Иркутского водохранилища [21]

Условные обозначения: 1 – Fe_2O_3 , 2 – CaO , 3 – TiO_2 , 4 – MnO .

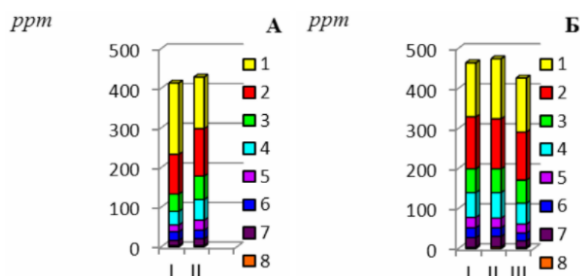


Рисунок 3 – Содержание микроэлементов (ppm) в донных отложениях прибрежной зоны Иркутского водохранилища [21]

Условные обозначения: 1 – Cr, 2 – V, 3 – Zn, 4 – Ni, 5 – Cu, 6 – Pb, 7 – Co, 8 – Sn.

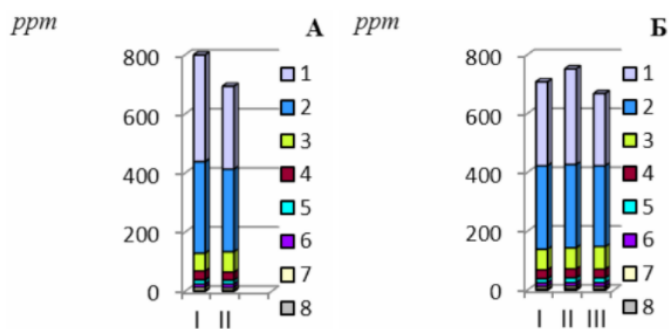


Рисунок 4 – Содержание рассеянных элементов (ppm) в донных отложениях прибрежной зоны Иркутского водохранилища [21]

Условные обозначения: 1 – Zr, 2 – Sr, 3 – Rb, 4 – Y, 5 – Nb, 6 – Ga, 7 – Th, 8 – As.

В итоге данной работы был сделан вывод о природных поступлениях элементов в донные отложения.

Еще одно исследование проводилось на озере Иткуль (Хакасия) Архиповой Н.В. в 2014 году. Результатом изучения донных отложений этого озера является таблица содержания микроэлементов в ДО (таблица 1). Сравнение их содержания проводится с кларком по А.П. Виноградову [22]

Всего было 6 точек опробования донных отложений в озере Иткуль.

Таблица 1 – Содержание микроэлементов в донных отложениях оз. Иткуль, мг/кг [22]

| Элемент | С | К | Кларк | Элемент | С | К | Кларк |
|---------|------|-----|-------|---------|------|------|-------|
| Ba | 400 | 0,6 | 650 | Yb | 4 | 13,3 | 0,33 |
| Sr | 1000 | 2,9 | 340 | Ga | 15 | 0,8 | 19 |
| Cr | 300 | 3,6 | 83 | Cu | 30 | 0,6 | 47 |
| V | 300 | 3,3 | 90 | Pb | 15 | 1,0 | 16 |
| Ni | 50 | 0,9 | 58 | Zn | 60 | 0,7 | 83 |
| Co | 15 | 0,8 | 18 | Be | 2 | 0,5 | 3,8 |
| Zr | 800 | 4,7 | 170 | Sc | 20 | 2,0 | 10 |
| Nb | 40 | 2,0 | 20 | Sn | 4 | 1,6 | 2,5 |
| Li | 40 | 1,3 | 32 | Ag | 0,05 | 0,7 | 0,07 |
| Y | 30 | 1,0 | 29 | Mo | 2 | 1,8 | 1,1 |

Примечание: С – содержание элемента в мг/кг; К – коэффициент концентрации; кларк по А.П. Виноградову.

В итоге данного исследования автор резюмирует, что уровень загрязнения донных осадков озера Иткуль не превышает рамки низких и минимальных значений. Также, этот уровень охарактеризовали как допустимый.

Архиповой Н.В. и Парначевым В.П. проводилось экологическое и геохимическое исследование в Республике Хакасия на озере Утичье-3. По результатам радиологического изучения донных осадков было определено, что содержание радионуклидов (радий-226, торий-232, уран-238) не превышает допустимых пределов. Также, авторы определили, что концентрации таких тяжелых металлов, как: кадмий, кобальт, ртуть и цинк, находятся в пределах природного фона в почвах близ озера Утичье-3 [25].

Русских И.В., Стрельникова Е.Б. и др. изучали в Республике Хакасия концентрации углеводов в донных отложениях следующих озер: Беле, Иткуль, Тус, Утичье, Шира, Шунет. Авторы выяснили, что, в целом, по содержанию углеводов уровень загрязнения донных осадков данных озер не является высоким. Однако, в озерах Тус, Утичье и Шунет превышено содержание углеводов. Данный факт авторы связывают с наличием в донных отложениях этих озер органики лечебных грязей [29].

Также, Русских И.В. и Стрельникова Е.Б. проводили еще одно исследование углеводов и биоорганических компонентов в донных отложениях озер Хакасии (Тус и Черное). Авторы пришли к выводу, что формирование состава донных отложений данных озер происходит, главным образом, за счет соединений биогенного и смешанного происхождения. Также, были выявлены участки в озерах с повышенным содержанием нефтяных углеводов, что говорит о вероятной деградации поверхностно-активных веществ (ПАВ) [30].

Небольшой вклад в изучение донных отложений внес Архипов А.Л. Им были изучены донные отложения рек, протекающих по территории Южно-Минусинской котловины в Республике Хакасия. В результате работы,

автором не были обнаружены какие-либо аномалии, и все изученные элементы в донных осадках не выходят за рамки фоновых значений [31].

Федорин М.А., Вологина Е.Г. и др. изучали содержание химических элементов в донных отложениях озера Шира в Хакасии. В результате данного исследования выявили аномальные значения содержания стронция в донных отложениях, которые авторы, к сожалению, не смогли объяснить. Однако, было выдвинуто предположение, что стронций рассеянным образом входит в структуру карбонатов, и увеличение его количества связано с обогащением воды растворенными соединениями стронция на момент формирования осадка (например, при обмелении озера), и/или с изменением состава и рН воды, приводившим к выпадению стронция [36].

Если рассматривать изучение донных отложений за пределами Хакасии и Сибири в целом, то можно сказать, что значительный вклад в исследование донных осадков был внесен Масленниковой А.В. Ею изучались озера Иткуль и Уфимское на территории южного Урала. В результате было определено, что озеро Иткуль имеет высокое загрязнение по Mn и Sb, а Уфимское – по Cu, Zn, Cd, Pb, Bi и Sb. Следовательно, автор резюмирует, что озеро Уфимское характеризуется более значительным загрязнением, чем Иткуль. В качестве причин автор указывает близкое расположение озера к источнику загрязнения (эмиссии) [32].

В зарубежных исследованиях, проводимых для определения загрязненности территории и природы этого загрязнения, многие ученые также акцентируют внимание на донных отложениях.

Примером такого исследования является оценка ртути в донных осадках озера Нанси, расположенного в Китае, проведенная в 2018 году. В результате выяснили, что средняя концентрация ртути (Hg) была в 3,1 раза выше фонового значения (0,015 мг / кг), а максимальная концентрация ртути превышала фоновое значение в 5 раз в центральной и южной частях озера, что указывает на очевидные пространственные различия. Такой уровень загрязнения авторы связывают с длительным серьезным влиянием

интенсивной промышленности и человеческой деятельности. Также, по результатам расчета индекса накопления и индекса обогащения, концентрация ртути близка к умеренному загрязнению озера Нанси [26].

Еще одно исследование донных отложений проводилось в Канаде на озерах в центральной части провинции Альберта, в 2001 году. В работе авторы изучали содержание некоторых элементов: As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, V, W, Zn, в самых верхних слоях донных осадков (таблица 2) [27].

Таблица 2 – Средние концентрации элементов после утилизации угля в кернах отложений исследуемых озер в центральной части Альберты [27]

| Sediment cores | Distance ^a km | Core length cm | As | Cd | Co | Cr | Cu | Hg | Mo | Ni | Pb | Sb | V | W | Zn | TOC |
|---|-----------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | | $\mu\text{g g}^{-1}$ | $\mu\text{g g}^{-1}$ | $\mu\text{g g}^{-1}$ | $\mu\text{g g}^{-1}$ | $\mu\text{g g}^{-1}$ | $\mu\text{g g}^{-1}$ | ng g^{-1} | $\mu\text{g g}^{-1}$ | $\mu\text{g g}^{-1}$ | $\mu\text{g g}^{-1}$ | $\mu\text{g g}^{-1}$ | $\mu\text{g g}^{-1}$ | $\mu\text{g g}^{-1}$ | $\mu\text{g g}^{-1}$ |
| JFL | 11 | 42 | 5.29 | 0.34 | 9.29 | 46.9 | 18.2 | 57.9 | 1.54 | 22.4 | 22.0 | 0.73 | 59.7 | 0.81 | 83.9 | 8.35 |
| WAB2 | 19 | 62 | 9.70 | 0.33 | 9.25 | 49.1 | 54.0 | 76.3 | 4.27 | 29.8 | 18.9 | 1.59 | 78.5 | 1.59 | 89.7 | 12.3 |
| WAB1 | 23 | 54 | 14.0 | 0.43 | 7.22 | 48 | 89.0 | 93.0 | 17.8 | 30.0 | 25.2 | 2.04 | 77.0 | 1.84 | 113 | 17.1 |
| LSA | 27 | 54 | 8.47 | 0.34 | 6.46 | 40.4 | 18.0 | 50.0 | 1.40 | 21.2 | 18.4 | 0.60 | 67.6 | 0.56 | 79.1 | 13.2 |
| ISLE | 28 | 48 | 8.26 | 0.36 | 9.58 | 35.4 | 23.4 | 91.0 | 1.27 | 35.0 | 18.3 | 0.61 | 57.0 | 0.56 | 73.6 | 18.8 |
| LSD | 40 | 51 | 4.70 | 0.28 | 4.68 | 23.3 | 11.8 | 97.5 | 1.40 | 14.8 | 14.2 | 0.50 | 38.3 | 0.20 | 63.7 | 26.5 |
| SND | 43 | 51 | 7.71 | 0.32 | 8.89 | 41.0 | 26.0 | 87.14 | 1.76 | 26.0 | 21.5 | 0.74 | 55.6 | 0.47 | 75.1 | 17.9 |
| BCK | 49 | 43 | 5.65 | 0.48 | 10.2 | 41.0 | 22.9 | 91.67 | 2.09 | 37.0 | 13.4 | 0.58 | 71.5 | 0.50 | 116 | 23.6 |
| LLN | 54 | 44 | 6.78 | 0.30 | 8.68 | 45.2 | 27.4 | 80.0 | 2.97 | 26.6 | 23.3 | 0.72 | 67.4 | 0.48 | 85.7 | 18.0 |
| CHIP | 67 | 45 | 6.20 | 0.35 | 11.1 | 64 | 24.8 | 110 | 0.78 | 36.4 | 17.7 | 0.62 | 117 | 0.88 | 569 | 11.2 |
| Standard Reference Material (SRM; n=6) % Recovery | | | 96.7 | 96.7 | 97.1 | 98.2 | 97.8 | 94.3 | 98.3 | 98.5 | 97.6 | 99.0 | 98.7 | 96.9 | 98.4 | 97.0 |
| Duplicates (relative difference between duplicates %; n=10) | | | <6 | <10 | <10 | <4 | <6 | <8 | <7 | <7 | <7 | <12 | <4 | <10 | <3 | <10 |

Результаты исследования показали, что среднее содержание Hg в керне озер колеблется от 57,9 до 110 нг/г. Также, автор указывает на то, что средние концентрации большинства элементов, за исключением As, Cr и Cu, были ниже Канадских рекомендаций по качеству донных отложений. Такие концентрации элементов в донных отложениях озер, автор связывает с региональным воздействием угольных электростанций [27].

Похожее исследование проводилось на озере Фиш-Лэйк в Канаде. Авторы изучали донные отложения озера, используя инструментальный нейтронно-активационный анализ по 23 микроэлементам (серебро, золото, мышьяк, барий, бром, кобальт, хром, цезий, гафний, ртуть, иридий, молибден, никель, рубидий, сурьма, скандий, селен, стронций, тантал, торий, уран, вольфрам и цинк) и по 8 редкоземельным элементам (лантан, церий, неодим, самарий, европий, тербий, иттербий и лютеций). В результате

полученных данных, из последующего анализа исключили 15 элементов, поскольку они были зарегистрированы как находящиеся ниже предела обнаружения. Для остальных 25 элементов провели описательную статистику (таблица 3) [28].

Таблица 3 – Описательная геохимическая статистика керна (n=41) [28]

| Variable | Mean | S.D. | Maximum | Minimum |
|------------|--------|-------|---------|---------|
| K (mg/g) | 18.52 | 3.61 | 30.67 | 9.97 |
| Na (mg/g) | 8.94 | 1.69 | 11.73 | 3.47 |
| Ca (mg/g) | 24.65 | 3.82 | 36.97 | 15.74 |
| Mg (mg/g) | 27.28 | 5.86 | 51.18 | 15.25 |
| Fe (mg/g) | 27.83 | 9.01 | 69.35 | 17.28 |
| Mn (mg/g) | 0.74 | 0.34 | 2.08 | 0.48 |
| Al (mg/g) | 45.76 | 16.64 | 104.28 | 20.74 |
| Ba (µg/g) | 471.33 | 63.33 | 726 | 385 |
| Br (µg/g) | 54.79 | 13.25 | 74 | 9 |
| Co (µg/g) | 12.52 | 1.41 | 15 | 9 |
| Cr (µg/g) | 55.37 | 6.28 | 70 | 39 |
| Cs (µg/g) | 0.76 | 0.59 | 2 | 0.25 |
| Hf (µg/g) | 4.26 | 0.34 | 5.1 | 3.6 |
| Sc (µg/g) | 8.77 | 0.71 | 10.5 | 7.5 |
| Th (µg/g) | 8.51 | 2.09 | 19.9 | 5.7 |
| U (µg/g) | 1.05 | 0.5 | 2.5 | 0.25 |
| Zn (µg/g) | 118.70 | 35.61 | 191 | 20 |
| La (µg/g) | 37.88 | 2.99 | 50.7 | 33 |
| Ce (µg/g) | 71.91 | 6.44 | 100 | 62 |
| Nd (µg/g) | 32.62 | 3.36 | 45 | 26 |
| Sm (µg/g) | 5.33 | 0.48 | 7.41 | 4.61 |
| Eu (µg/g) | 1.03 | 0.08 | 1.2 | 0.9 |
| Lu (µg/g) | 0.17 | 0.02 | 0.22 | 0.13 |
| OC (%) | 10.48 | 2.22 | 13.61 | 1.8 |
| ESi (mg/g) | 3.64 | 2.11 | 8.02 | 0.53 |

В результате выяснилось, что в большинство элементов являются основными составляющими керна. Большинство микроэлементов и редкоземельных элементов присутствуют только в следовых количествах по в нескольких мг/г. Авторами не были замечены сильные превышения концентраций элементов. А минимальные превышения связывают с природными факторами [28].

Подводя итоги проведенного литературного обзора, можно отметить, что проведение исследований донных отложений имеет существенное значение в оценке природного и антропогенного воздействия природную среду.

Изучение донных отложений позволяет изучать процессы накопления микроэлементов, макроэлементов, а также радиоактивных и редкоземельных элементов. Также, донные осадки дают возможность исследователям

определить временные интервалы накопления того или иного химического элемента. А изучение литературных данных и других проведенных исследований позволяет ориентироваться в региональных геохимических фонах.

2 Физико-географическая характеристика района исследования

2.1 Административно-географическое описание района

Район проведения исследования находится в центральной части Республики Хакасия. Сама республика расположена в юго-западной части Восточной Сибири. (рисунок 5). Расстояние от Москвы – Столицы Российской Федерации, составляет 4,2 тыс. км. Столица Хакасии – город Абакан со статусом городского округа. Площадь всей территории Хакасии составляет 61,9 тыс. км². Хакасия граничит с Красноярским краем на севере, востоке и юго-востоке, на юге граничит с Республикой Тыва, на юго-западе – с Республикой Алтай, на западе – с Кемеровской областью. С севера на юг территория имеет протяженность в 460 км, с запада на восток (в наиболее широкой части) – 200 км [1, 5].



Рисунок 5 – Географическое положение Республики Хакасия [33]

На 2014 год Республика Хакасия состоит из 100 муниципальных образований: 5 городских округов, 8 муниципальных районов, 87 поселений, в которые входят 83 сельских поселения и 4 городских поселения [3].

Население Хакасии, по состоянию на 1 января 2021 года, составляет 532036 тыс. чел., из которых 372203 тысячи – городское население, т.е. приблизительно 70%. Плотность населения – 8,7 чел./км² [4,5].

Сами исследования проходили в трех муниципальных районах центральной части Республики Хакасия: Ширинский, Усть-Абаканский и Аскизский.

Население районов на 1 января 2021 года соответственно – 24777 тыс. чел., 41329 тыс. чел., 35929 тыс. чел. [4].

Ширинский район расположен севернее двух других исследуемых районов. Он граничит с Орджоникидзевским районом на севере, с Боградским на востоке и юго-востоке, с Усть-Абаканским на юге, с Кемеровской областью на западе и юго-западе (граница проходит по Кузнецкому Алатау), с Красноярским краем по на северо-востоке [6].

Усть-Абаканский район граничит с Ширинским и Боградским районами на севере, на востоке граничит с Красноярским краем, на юге – с Алтайским, Бейским и Аскизским районами, на западе проходит граница с Кемеровской областью [7].

Аскизский район расположен южнее двух других исследуемых районов. Он граничит с Бейским районом на юго-востоке, с Усть-Абаканским районом граничит на севере, с Таштыпским районом Хакасии на юге и юго-западе, с Кемеровской областью граничит на западе [8].

2.2 Геология и полезные ископаемые Республики Хакасия

Территория Республики Хакасия расположена в центральной части Алтае-Саянской складчатой области Урало-Охотского подвижного пояса. На западе республики выделяется фрагмент южной части Салаирской складчатой системы Кузнецкого Алатау, которая сложена вулканогенно-осадочными породами верхнего протерозоя и кембрия, офиолитами и раннесреднепалеозойскими гранитоидами. Структуры Батеневского кряжа,

расположенного в центральной части Республики Хакасия, также относится к салаирскому возрасту [11].

В южной части Республики Хакасии с востока выделяется Западно-Саянская зона позднекаледонской складчатости (бывший междуговой бассейн), которая образована толщей терригенных формаций флишеидных отложений среднего кембрия – нижнего силура, прорванных силурийскими и девонскими гранитоидами. Горст-синклиний Западного Саяна ограничен на севере Джебашским хребтом (салаирской шовной зоной), который сложен островодужными кремнисто-вулканогенными породами венда – среднего кембрия и верхнерифейско-вендскими офиолитами (рисунок 6) [11].



Рисунок 6 – Геологическое строение Республики Хакасия [2]

В северной, восточной и юго-восточной частях Хакасии выделяется ряд предгорных и межгорных впадин (включая большую Минусинскую

котловину), выполненных вулканогенно-терригенными, а также, частично угленосными, девонско-пермскими сериями [11].

Территория Республики Хакасия располагает множеством месторождений полезных ископаемых, к которым относятся как рудные, так и нерудные полезные ископаемые (рисунок 7).

На территории Республики Хакасия располагается Минусинский бассейн каменных углей с большими запасами угля высокого качества, который пригоден для его добычи открытым способом. Одной из значимых отраслей в республике является добыча железной руды, которая является сырьем для крупных металлургических заводов и комбинатов Западной Сибири. Крупными месторождениями железных руд в регионе являются: Тейское и Абаканское. Запасными, незадействованными месторождениями железных руд в регионе являются: Анзасское и Волковское, расположенные в Западном Саяне [2].

Территория Хакасии также располагает одним из крупнейших месторождений молибденового концентрата в России – Сорское медно-молибденовое месторождение. Кроме того, там же добывается серебро. Резервной сырьевой базой являются Агаскырское и Ипчульское месторождения молибдена [2].

Республика Хакасия – один из старейших золотоносных регионов Сибири. Помимо месторождений золотых руд жильно-штокверкового типа в скальных породах, также разрабатывались и разрабатываются на сегодняшний день небольшие золотоносные россыпи. Коренные месторождения золота – Коммунарское и Октябрьское с высоким содержанием золота в руде; несколько десятков россыпных месторождений [2, 11].

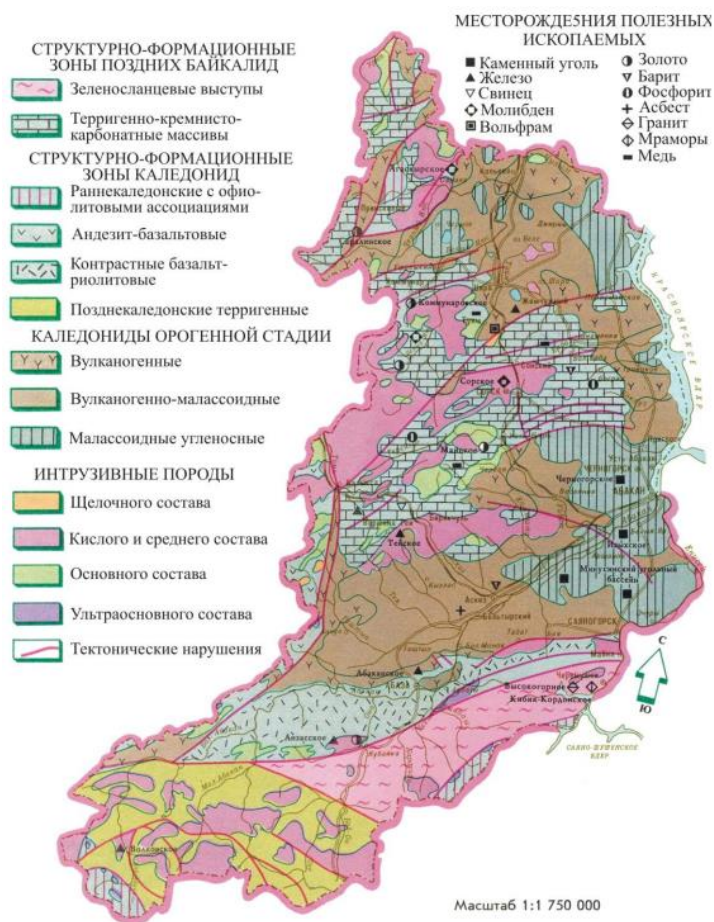


Рисунок 7 – Карта полезных ископаемых Республики Хакасия [2]

В Хакасии расположено Кибик-Кордонское уникальное по качеству и запасам мраморов месторождение. Велики запасы барита, источника бария (к крупным месторождениям относятся: – Толчеинское и Кутень-Булукское). Также, здесь находятся месторождения жадеита (Борусское), фосфоритов (Обладжанское), различных строительных природных материалов, подземных пресных и минеральных (Ханкульское) вод [2, 11].

2.3 Климатическая характеристика района

Для республики характерны разнообразные климатические зоны, что определено особым географическим положением и строением рельефа. Для этого региона характерны резкие колебания температуры воздуха по годовым сезонам, месяцам, суткам. Климатические характеристики республики формируются под влиянием солнечной энергии, рельефа, растительности, особенностей циркуляции воздуха и т. д. [1, 2].

Климат Республики Хакасия резко континентальный, с жарким, сухим летом и холодной малоснежной зимой. Средняя температура атмосферного воздуха по всему региону в июле составляет $+17,9^{\circ}\text{C}$, в январе $-18,9^{\circ}\text{C}$ [1].

Средняя годовая влажность воздуха Республики Хакасия составляет около 75-80%. Годовое количество осадков в зоне степей, граничащей с Кузнецким Алатау, достигает 250-300 мм, в предгорьях 500-700 мм. Наибольшее их количество выпадает летом, в июле [2].

На территории республики наблюдается усиленная ветровая активность. За год, обычно, насчитывается до 25 – 40 дней с сильными ветрами. Их максимальная скорость отмечается весной и осенью, и достигает 30 м/с и более. В республике в течение года господствующими являются ветры юго-западного и западного направлений [10].

Степная зона Хакасии характеризуется засушливым климатом и большими амплитудами колебания среднегодовых и суточных температур (до 40°C), и потому характеризуется как зона с резко континентальным климатом. В зимний период года преобладает ясная, сухая и очень морозная погода. Средняя годовая температура января – -20°C . Абсолютный минимум – -52°C . Зимой в степной зоне выпадает малое количество снега. Максимальное значение высоты снежного покрова составляет 23 - 29 см. В Ширинской степи годовое количество осадков составляет 32 - 34 мм. Летом преобладает жаркая погода (средняя температура – $+20^{\circ}\text{C}$). Наибольшее количество осадков в степи выпадает летом и составляет 85 - 95% всей годовой нормы. Также, для зоны степей Республики Хакасия характерен небольшой коэффициент увлажнения (соотношение количества осадков и испаряемости), и составляет до 0,5 [10].

Предгорная лесостепь Республики Хакасия характеризуется умеренно континентальным климатом и относительной увлажненностью. Зима в предгорных районах теплее, чем на дне котловины, в среднем, на 2 – 6 $^{\circ}\text{C}$. Средние температуры января колеблются в районе -16 - 17 $^{\circ}\text{C}$. Высота снежного покрова достигает 30 - 60 см, что больше в 1,5-2 раза, чем в

степной зоне. Средние температуры лета составляют +16 - 18 °С. Коэффициент увлажнения в предгорной зоне достигает единицы [10].

Зона тайги республики характеризуется достаточно холодным климатом циклонического типа, с коэффициентом увлажнения больше единицы (1,1-1,2), т.е. имеет избыточное увлажнение. Годовое количество осадков в этой зоне составляет 800 - 1100 мм. Средняя температура атмосферного воздуха самого холодного месяца -15 - 17 °С. Атмосферные осадки зимой представляют собой снег. Снежный покров в зоне тайги мощный – более 1 м. Средняя температура атмосферного воздуха самого теплого месяца от +12 до +14 °С, обычно наблюдается в конце июля [10].

2.4 Гидрологическая характеристика района

Республика Хакасия имеет большое количество разнообразных водных объектов. К ним относятся значительное число крупных и мелких рек, естественные озера с различным содержанием в них солей, искусственные водохранилища, а также водоносные горизонты (рисунок 8) [2].

Республика Хакасия, большей ее частью, территориально относится к пределам бассейна Карского моря. Водные объекты региона относятся к бассейнам рек: Енисей и Оби, двух крупнейших рек Российской Федерации. В процентном соотношении 68% территории относится к бассейну реки Енисей, 25% - к бассейну реки Обь. Небольшая часть территории республики относится к бассейну внутреннего стока Северо-Минусинской и Южно-Минусинской котловин.

Питание рек региона характеризуется как смешанное, т.е. весной – снеговое (снеготалые воды), осенью – дождевое, летом и зимой питание происходит преимущественно подземными водами. В водном режиме большинства рек Хакасии выделяются весенне-летнее половодье, т.е. увеличение водности рек и подъем их уровня, и паводки, преимущественно в тёплую часть года [12].

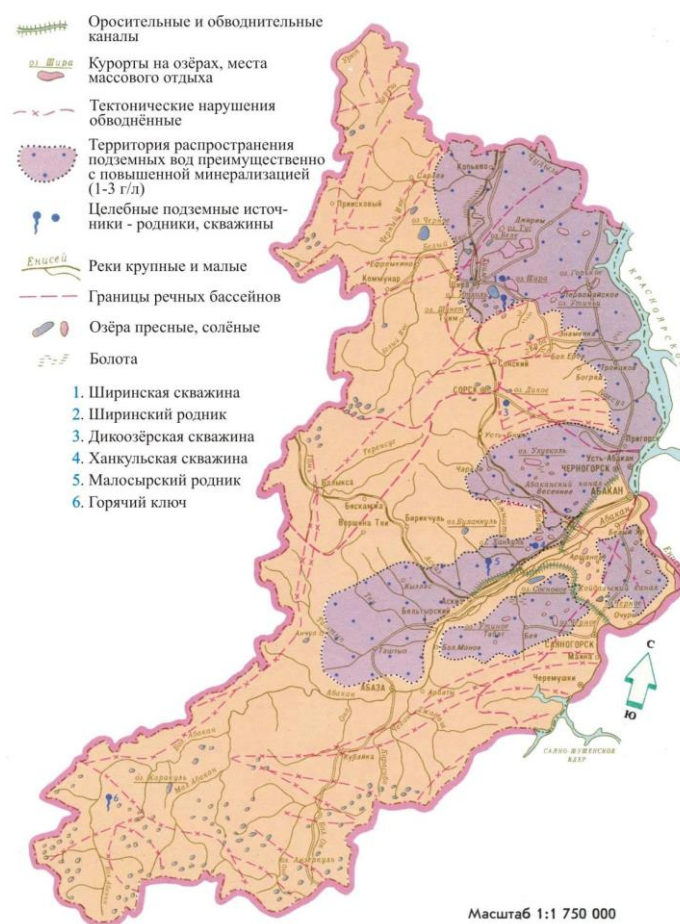


Рисунок 8 – Карта водных ресурсов Республики Хакасия [2]

Всего в республике насчитывается 324 реки, в их число входят 4 наиболее крупных – Абакан, Енисей, Томь и Чулым. Общая протяженность рек составляет около 8 тыс. км.

Количество озёр по всей республике составляет ориентировочно около 500, с площадью зеркала воды более 10 га. В их число входит около 390 пресных озер, самым крупным является озеро Иткуль, и 110 соленых – озеро Беле. Озера Хакасии различаются по степени минерализации вод и делятся на: пресные, солоноватые и солёные [2].

В засушливой степной части республики для орошения построены искусственные пресные водохранилища. Общее их количество составляет ориентировочно около 100 шт. Кроме этого, имеется около 50 оросительных систем. Наиболее крупные – Абаканская и Койбальская. В восточной части республики, на Енисее, созданы два крупных водохранилища, которые к Хакасии относятся лишь частично:

Красноярское, протяженностью 388 км, площадью до 2 тыс. км², глубиной до 105 м и объемом 73,3 км³; Саяно-Шушенское, площадью 621 км², глубиной до 220 м, объемом 31,3 км³ [2].

Болота в Хакасии не распространены – они занимают около 1 % площади республики. Подземные воды Хакасии принадлежат к нескольким водоносным горизонтам и комплексам. В зависимости от времени образования подземные воды имеют разную минерализацию и мощность водоносного слоя. Также, подземные воды выходят на дневную поверхность и образуют источники и родники в местах тектонических нарушений [2].

2.5 Почвы

В Республике Хакасия почвенный покров вертикальных почвенных зон выделяется сложностью и большим разнообразием. Горно-тундровые почвы расположены на территории Западного Саяна и Кузнецкого Алатау, на высоте от 1400 до 2000 м [2].

Горно-луговые почвы находятся под травянистой растительностью альпийских и субальпийских горных лугов республики. Бурые лесные, серые лесные и подзолистые почвы формируются в таежно-лесной полосе, имея кислую и слабокислую реакцию среды. Черноземные почвы, серые горные лесные и лесные дерновые почвы образуются в подножьях гор, в лесостепной зоне [2].

В зоне степей Хакасии распространены черноземы обыкновенные и черноземы южные. В зоне сухих степей выделяются темно-каштановые почвы. Из степных почв особенно выделяются солонцы и солончаки. В долинах рек и в озерных понижениях Хакасии формируются аллювиальные, болотные и лугово-болотные почвы [2].

2.6 Растительный и животный мир района

Животный мир Республики Хакасия многочислен и разнообразен, что объясняется многообразием природных условий региона. Здесь насчитывается 75 различных видов млекопитающих, а также 337 видов птиц, среди них: 28 видов птиц являются глобально редкими для регионов Европы и Азии, т.е. находящиеся под угрозой исчезновения; 202 вида птиц числятся в списке договора между СССР и Индией, который запрещает охоту и добычу перелетных птиц; 40 видов птиц занесены в Красную книгу Российской Федерации; 62 вида птиц внесены в список договора о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения. В регионе имеется достаточно много беспозвоночных, особенно насекомых. В степях Хакасии в большом количестве обитают различные грызуны: джунгарский хомяк, длиннохвостый суслик, монгольская полёвка, тушканчик-прыгун; из птиц преобладают – даурская куропатка, дрофа, жаворонок, степной конёк. В лесах республики обитает множество млекопитающих: волк, заяц-беляк, кабарга, колонок, лиса, марал, медведь, росомаха, соболь и др.; из птиц преобладают – глухарь, рябчик, кедровка, куропатка бородастая и т. д. Также, в регионе акклиматизирована норка, т.е. приспособлена к здешнему климату и природным условиям. В водоёмах насчитывается 34 вида рыб: нельма, осётр сибирский, стерлядь, судак, таймень и др.; также акклиматизированы байкальский омуль, радужная форель, ряпушка [1].

Растительный мир Хакасии насчитывает 1670 видов сосудистых растений. Большую часть территории региона занимают леса, где преобладают следующие породы хвойных деревьев: ель, пихта, кедр, сосна. Также, здесь достаточно распространены лиственные породы деревьев – береза, лиственница, осина [13, 14].

На территории степей Хакасии прорастает большое количество дикорастущих растений, применяемых для профилактики и лечения заболеваний общей численность около 300 различных видов. К наиболее

распространенным лекарственным видам растений относятся: зверобой, кровохлебка лекарственная, тысячелистник [14].

В республике также произрастают некоторые виды дикорастущих растений, находящихся в Красной книге: вереск обыкновенный, Венерин башмачок, колокольчик алтайский, адонис весенний и др. [14].

На территории региона охраняются 8,6% видов сосудистых растений, 23,4% видов млекопитающих, 26,2% видов птиц, 20% - рыб, 16,7% - пресмыкающихся, 28,6% - земноводных [13].

3 Материалы и методы исследования

3.1 Опробование и пробоподготовка донных отложений

Предметом исследований являются донные отложения, отобранные на территории центральной части Республики Хакасия, из следующих озер: Теплое, Пионерное, Баланкуль, Беле, Шира, Тус.

Опробование донных отложений было выполнено сотрудниками отделения геологии ИШПР ТПУ, летом 2010 года. Отбор проб в каждой точке производился специализированным буром с пробоотборочным челноком длиной 1 метр.

Пробоотбор проводился из озер в центральной части Республики Хакасия (рисунок 9).

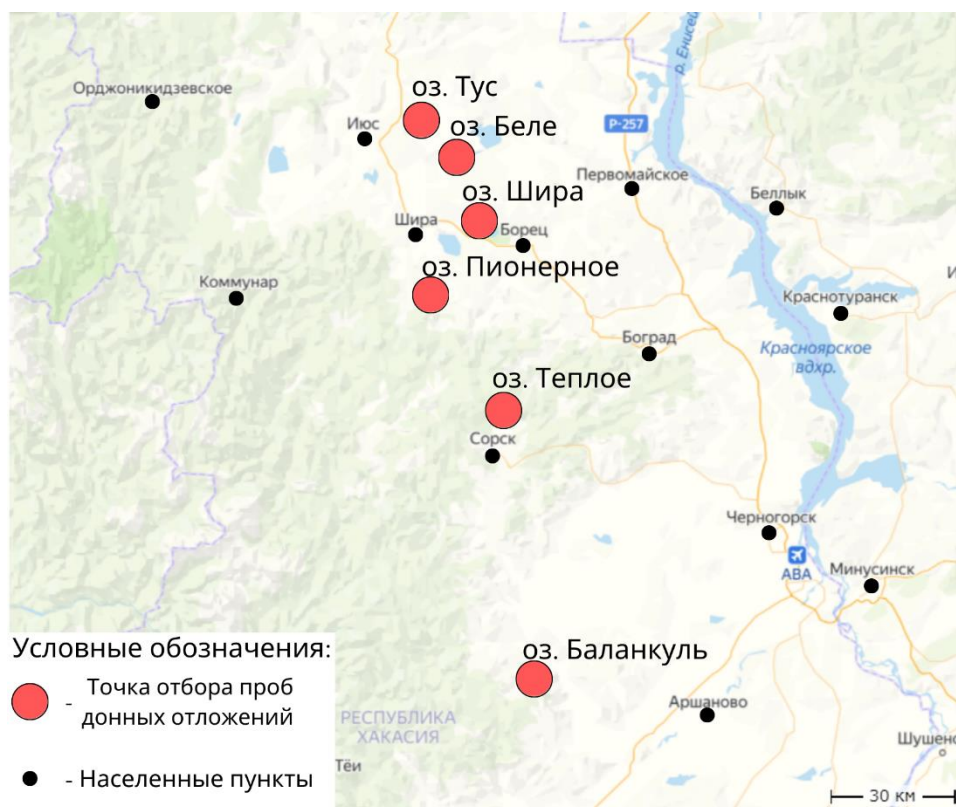


Рисунок 9 – Карта-схема отбора проб донных осадков на территории центральной части Республики Хакасия

Пробоподготовка предполагает под собой первичные действия над пробой для ее последующего анализа и исследования (рисунок 10).

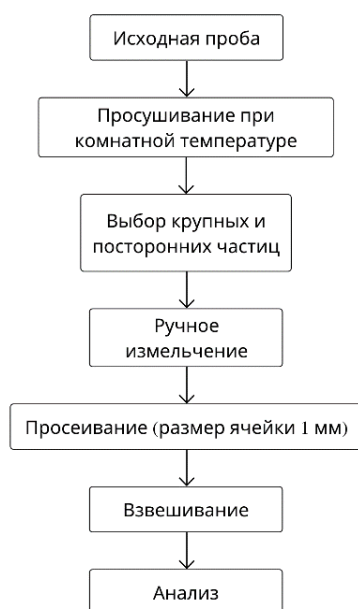


Рисунок 10 – Схема пробоподготовки к анализу проб донных отложений [51]

3.2 Аналитические методы определения химических элементов в донных отложениях

3.2.1 Определение Hg в донных отложениях атомно-абсорбционным методом

Для определения ртути в пробах донных отложений использовался количественный метод атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС). Данный метод основывается на резонансном поглощении, т.е. на способности атомов поглощать свет с определенной длиной волны [15].

Измерения концентрации ртути (Hg) в пробах донных отложений, с помощью атомно–абсорбционного метода, проводились на оборудовании: Анализатор ртути «РА-915+» с пиролитической приставкой «ПИРО-915+», поскольку использование именно этого анализатора позволяет выполнять достаточно быстрое количественное определение общего содержания ртути для различных природных сред (рисунок 11).

Работа приставки «ПИРО-915+» основана на термодеструкции (метод пиролиза) матрицы исследуемой пробы. Затем следует восстановление до атомарного состояния связанной ртути (т.е. ртуть находится в форме отдельных, не соединенных в более сложные состояния, атомов),

содержащейся в этой пробе. После процесса термодеструкции, осуществляется перенос газом-носителем, образовавшейся атомарной ртути, из атомизатора в аналитическую кювету, нагретую до температуры около 700°C. В качестве газа-носителя применяется воздух.

Атомизатор «ПИРО-915+» состоит из двух следующих секций: испаритель, в котором осуществляется пиролиз твердых и испарение жидких проб; реактор, в котором происходит каталитическая деструкция, т.е. разрушение, соединений матрицы анализируемой пробы.

Анализатор ртути «РА-915+» управляется со стационарного компьютера. Для обработки, визуализации и хранения результатов, полученных с анализатора, используется программа RA915P [24].

Определение и измерение содержания ртути (Hg) в пробах донных осадков проводилось под руководством консультанта – сотрудника аналитической лаборатории Осиповой Н.А., на базе лаборатории микроэлементного анализа Международного инновационного научно-образовательного центра (МИНОЦ) «Урановая геология» при отделении геологии ИШПР ТПУ.



Рисунок 11 – Анализатор ртути «РА-915+» с пиролизической приставкой «ПИРО-915+»

Общее количество изученных проб донных отложений по центральной части Республики Хакасия составило: 15 проб.

3.2.2 Определение минерального состава донных отложений с помощью растровой электронной микроскопии

Электронная микроскопия – это совокупность методов исследований микроструктуры тел (вплоть до атомномолекулярного уровня), с помощью электронных микроскопов, их локального состава и локализованных на поверхностях или в микрообъёмах тел электрических и магнитных полей (микрочерез). В основе растровой электронной микроскопии (РЭМ) лежит сканирование поверхности образца электронным зондом и детектирование (обнаружение) возникающего при этом широкого спектра излучений.

Электронно-микроскопические исследования, а именно исследование минерального состава проб донных отложений проводился под руководством консультанта – сотрудника лаборатории Ильенка С.С., на базе научной лаборатории электроннооптической диагностики МИНОЦ «Урановая геология» при отделении геологии ИШПР ТПУ с применением растрового электронного микроскопа Hitachi S-3400N.

Электронный сканирующий микроскоп Hitachi S-3400N – аналитический прибор, который способен проявлять высокое разрешение в широком диапазоне ускоряющих напряжений и давлений остаточного вакуума в камере (режим VP-SEM). Микроскоп оснащен термоэмиссионным вольфрамовым катодом. Рабочая камера имеет 10 портов для подключения дополнительного оборудования (рисунок 12) [16].

Диапазон настраиваемой степени разрежения составляет от 6 до 270 Па (22 дискретных уровня). Метод электронной микроскопии является уникальным и единственным прямым локальным методом визуализации морфологических и микроструктурных особенностей исследуемых объектов, а также их состав.

Подготовленная проба донных отложений помещалась на углеродный скотч, затем измерялась высота пробы. После чего, эта проба помещалась в вакуумную камеру (40 Па). Поиск включений в пробе происходил при ускоряющем напряжении 20 кВ, в режиме обратно-рассеянных электронов

(BSE3D). Детекторы отраженных электронов (BSE - backscattered electrons) предназначены для получения изображения с информацией о вариациях состава на основе контраста по среднему атомному номеру [16].



Рисунок 12 – Электронный сканирующий микроскоп Hitachi S-3400N

С помощью электронного микроскопа изучалось 2 пробы донных отложений (озеро Теплое, озеро Тус 0-1 – верхние 2 см в колонке), отобранные на территории центральной части Республики Хакасии.

3.2.3 Определение минерального состава с помощью рентгеноструктурного анализа

Рентгеноструктурный анализ – идентификация различных кристаллических фаз и определение их относительных концентраций в смесях на основе анализа дифракционной картины, регистрируемой от исследуемых порошковых образцов [17].

Рентгенофазовый анализ структуры вещества в пробе донных отложений с помощью рентгеновских лучей проводился под руководством консультанта – сотрудника лаборатории Соктоева Б.Р., на базе отделения

геологии ИШПР ТПУ с помощью дифрактометра марки Bruker D2 PHASER (рисунок 13).

Рентгенофазовый анализ позволяет осуществлять следующие задачи: определение кристаллической структуры минерала или синтетической фазы; диагностика по структурным параметрам минерала или синтетической фазы; изучение изоморфных серий твердых растворов, их полноты, выявление блочного изоморфизма; фазовый качественный анализ с диагностикой фаз, а также количественный с оценкой содержания фазовых компонентов.

При исследованиях минеральных объектов чаще всего применяется метод порошка. Предварительно образцы растерлись в агатовой ступке; полученный порошок был спрессован в столбик диаметром около 0,5-1,0 мм и высотой 7-10 мм. Столбик укрепили на препаратодержателе рентгеновской камеры и тщательно центровали.



Рисунок 13 – Дифрактометр марки Bruker D2 PHASER

С помощью данного метода изучалось 2 пробы донных отложений (озеро Теплое, озеро Тус 0-1 – верхние 2 см в колонке), отобранные на территории центральной части Республики Хакасии.

3.2.4 Инструментальный нейтронно-активационный анализ

Ядерно-физический метод анализа был использован для количественного определения химических элементов в донных отложениях. Основным методом являлся многоэлементный инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА), выполненный в научной лаборатории ядерногеохимических исследований (Отделение геологии ИШПР Томского Политехнического университета)

Инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА) был применен для анализа группы следующих макро-, микро- и редкоземельных элементов: Na, Ca, Sc, Cr, Fe, Co, As, Br, Rb, Sr, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf, Ta, Au, Th, U. Благодаря своим уникальным химическим свойствам эти элементы могут использоваться в поисковой геохимии и геохимических исследованиях, при изучении живого вещества, геоэкологии, других научных направлениях [18].

Нейтронно-активационный анализ один из предпочтительных методов так как позволяет получать одновременно информацию по большому числу элементов [17].

ИНАА позволяет проводить исследование какого-либо материала без разрушения его структуры, благодаря чему исключаются трудоемкие и длительные процессы растворения, а также этапы химического разделения. Помехи от матричных или других элементов могут быть исключены или значительно нивелированы варьированием продолжительностями облучения и охлаждения. Настоящая методика ИНАА на примере донных отложений, предназначена для массовых анализов большого количества проб. Количественная привязка для определения указанных элементов осуществлялась по наиболее полно и качественно аттестованным стандартным образцам AGV 1 (андезит, США) и IAEA SD M 2/TM (морские отложения, МАГАТЭ, Австрия) (“опорные стандарты”).

Исследуемые стандартные материалы, в зависимости от их активированности и истертости, в соответствии с паспортными

рекомендациями, гарантирующими однородность состава, взвешивались по 100 мг. Было подготовлено по одной навеске для каждого образца. Образцы заворачивались в заранее подготовленную алюминиевую фольгу, небольшой квадратной формы. В контейнер для облучения помещалось пятнадцать образцов и эталоны. Облучение проводилось на исследовательском ядерном реакторе ИРТ Т ФТИ Томского политехнического университета в постоянном вертикальном канале тепловыми нейтронами с интегральной дозой ($2 \cdot 10^{17}$ – $1,5 \cdot 10^{18}$) н/см². Облучением цинка в качестве монитора потока было установлено, что нейтронный поток по высоте наполнения пенала равномерен. Продолжительность выдержки после облучения (“охлаждение”)– 5–8 дней при определении U, La, Sm, Yb, и Lu, и, 17–22 дня – для Ce, Nd, Eu, Tb, Sc и Th. Регистрация гамма излучения проводилась на детекторе из сверхчистого германия GX3518, рабочий диаметр 58,5 мм, высота 59 мм (Canberra Inc.), сопряженным с зарядочувствительным предусилителем (модель 2002 CSL) и спектрометрическим усилителем (модель 2022). Источники высокого и низкого напряжения – модель 3106D и модель 1000, соответственно.

Многоканальный анализатор амплитуд импульсов в стандарте NIM “Multiport II” при поддержке программного обеспечения Genie 2000, модель S501 v3.1, проводит калибровку спектра по энергии, поиск пиков и расчет их площади, а также величину фона под пиками, ширину пиков и погрешность. Данным методом было исследовано 15 проб донных отложений.

4 Минеральный состав донных отложений озер центральной части Республики Хакасия

Минеральный состав донных отложений был изучен с помощью рентгеноструктурного анализа для двух озер Республики Хакасия: Теплое и Тус 0-1 – верхние 2 см в колонке. Результаты исследования показали, что терригенные отложения озера Теплое представлены анортитом, кварцем, альбитом, ортоклазом, мусковитом, железистой роговой обманкой и каолинитом (рисунок 14).

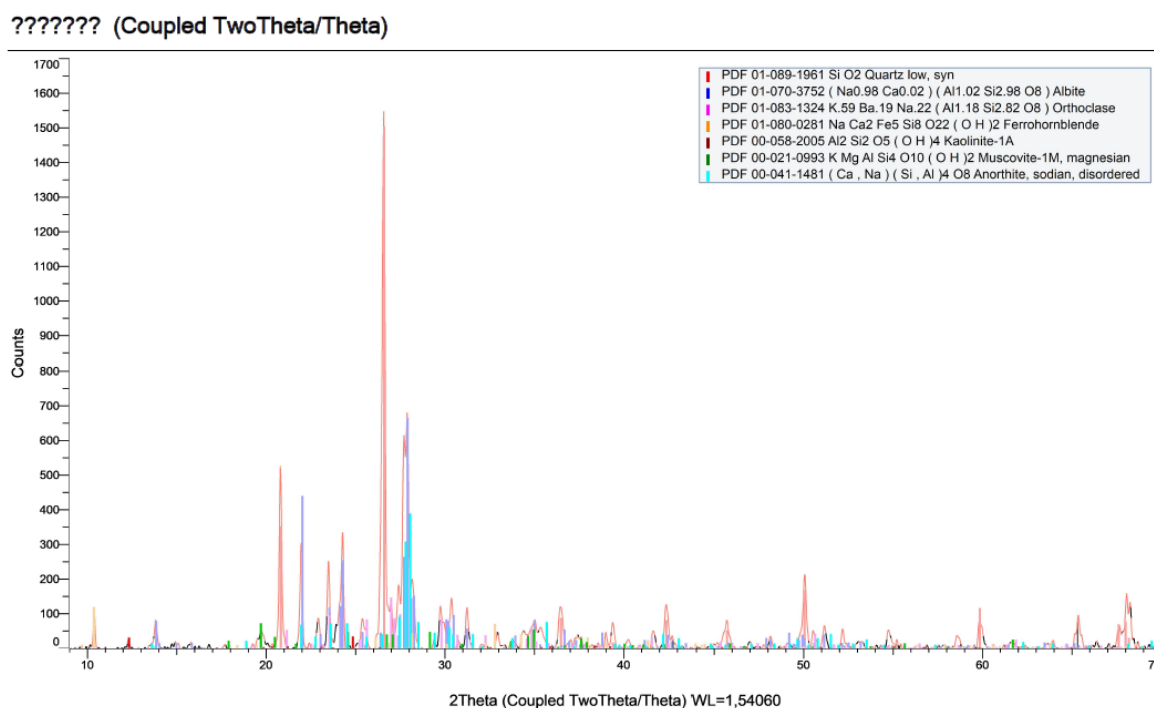


Рисунок 14 – Результаты анализа проб донных отложений озера Теплое

Процентное содержание минералов в пробе донных отложений озера Теплое представлено в таблице 15.

Таблица 15 – Результаты анализа проб донных отложений озера Теплое

| Название минерала | Формула | % содержания |
|-------------------|--|--------------|
| Анортит | CaAl ₂ Si ₂ O ₈ | 32,9 |
| Кварц | SiO ₂ | 22,7 |
| Альбит | Na[AlSi ₃ O ₈] | 19,7 |
| Ортоклаз | K[AlSi ₃ O ₈] | 10,6 |

| | | |
|----------------------------|--|-----|
| Мусковит | $KAl_2[AlSi_3O_{10}][F, OH]_2$ | 7,4 |
| Железистая роговая обманка | $Ca_2Na(Fe, Mg)_4[AlSi_3O_{11}]_2(OH)_2$ | 4,5 |
| Каолинит | $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$ | 2,1 |

Терригенные отложения озера Тус 0-1 представлены микроклином, кварцем, анортитом, мусковитом, железистой роговой обманкой, каолинитом, волластонитом и альбитом (рисунок 15).

??????? (Coupled TwoTheta/Theta)

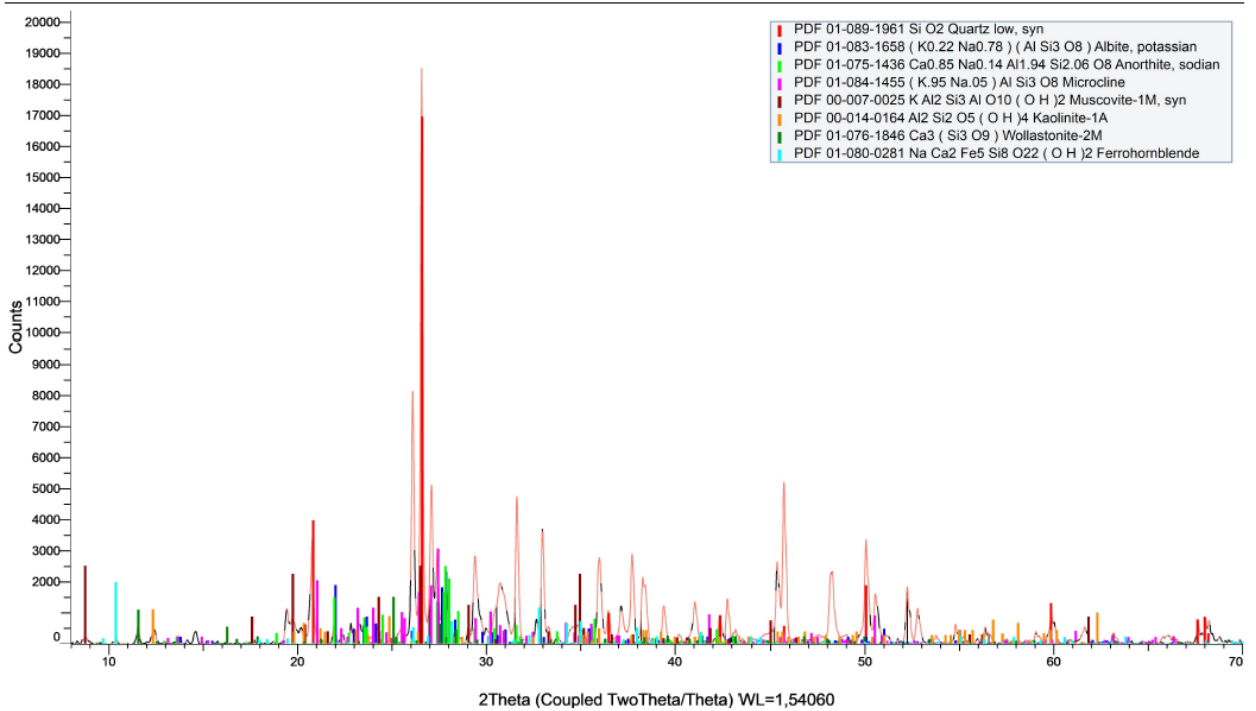


Рисунок 15 – Результаты анализа проб донных отложений озера Тус 0-1 (верхние 2 см в колонке)

Процентное содержание и химические формулы минералов озера Тус 0-1 представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Результаты анализа проб донных отложений озера Тус 0-1 (верхние 2 см в колонке)

| Название минерала | Формула | % содержания |
|-------------------|-----------------|--------------|
| Микроклин | $K[AlSi_3O_8]$ | 25,0 |
| Кварц | SiO_2 | 20,2 |
| Анортит | $CaAl_2Si_2O_8$ | 16,8 |

| | | |
|----------------------------|--|------|
| Мусковит | $KAl_2[AlSi_3O_{10}][F, OH]_2$ | 15,6 |
| продолжение таблицы 16 | | |
| Железистая роговая обманка | $Ca_2Na(Fe, Mg)_4[AlSi_3O_{11}]_2(OH)_2$ | 6,0 |
| Каолинит | $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$ | 5,5 |
| Волластонит | $Ca[SiO_3]$ | 5,5 |
| Альбит | $Na[AlSi_3O_8]$ | 5,4 |

Донные отложения озер рассматривались на сканирующем электронном микроскопе Hitachi S-3400N с приставкой для микроанализа, с целью изучения микрочастиц, представленных тяжелой минеральной фазой.

В результате анализа были определены следующие минеральные фазы, представленные в донных отложениях озера Теплое: сульфаты бария (барит?) размером 4-5 мкм (рисунок 16); оксиды железа размером 10-12 мкм (рисунок 17); карбонаты железа (сидерит?) размером 15-17 мкм (рисунок 18); фосфаты лантаноидов (монацит?) размером 4-5 мкм (рисунок 19).

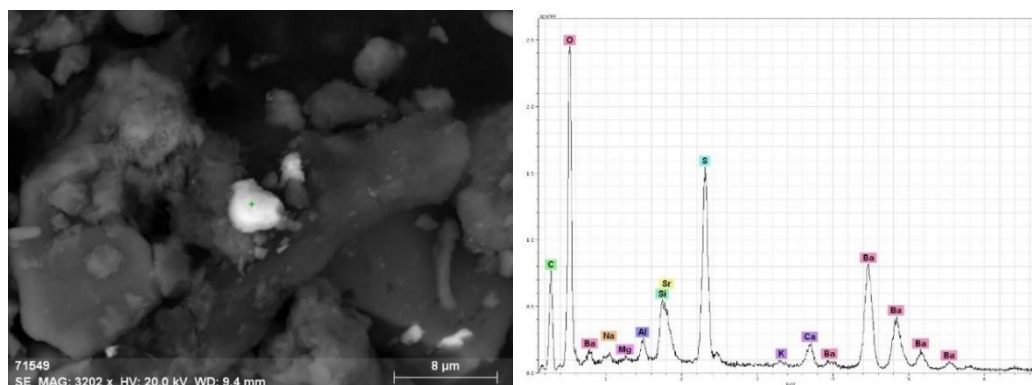


Рисунок 16 – Результаты электронной микроскопии в донных отложениях озера Теплое (сульфат бария (барит?))

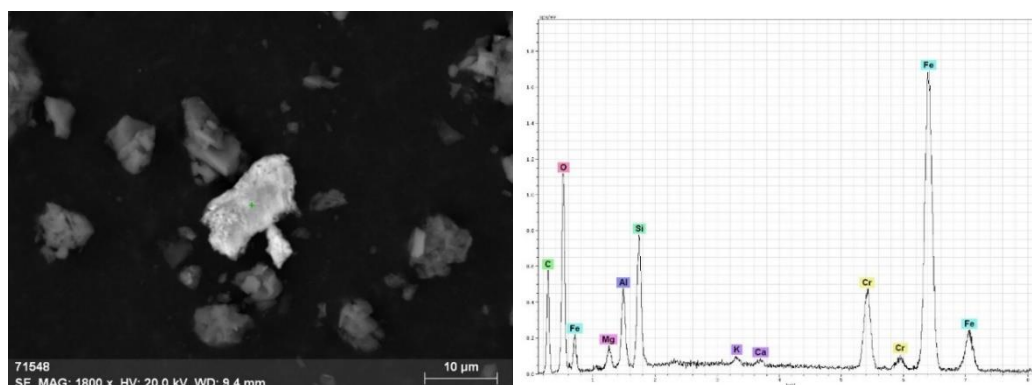


Рисунок 17 – Результаты электронной микроскопии в донных отложениях озера Теплое (оксиды железа)

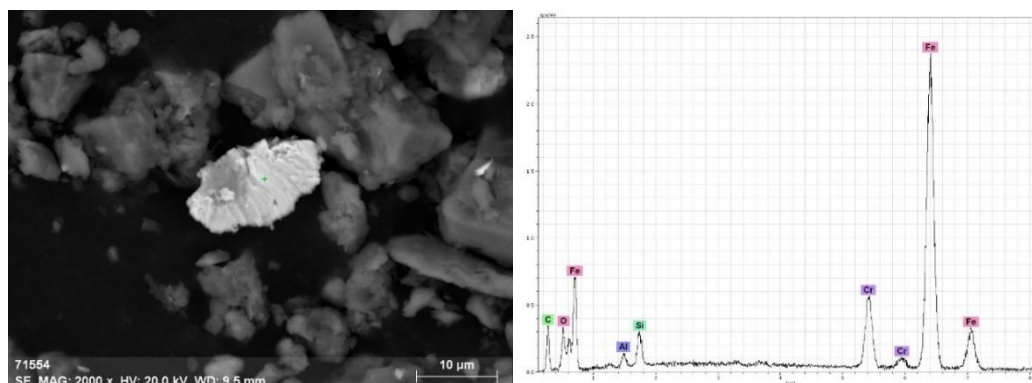


Рисунок 18 – Результаты электронной микроскопии в донных отложениях озера Теплое (карбонат железа (сидерит?))

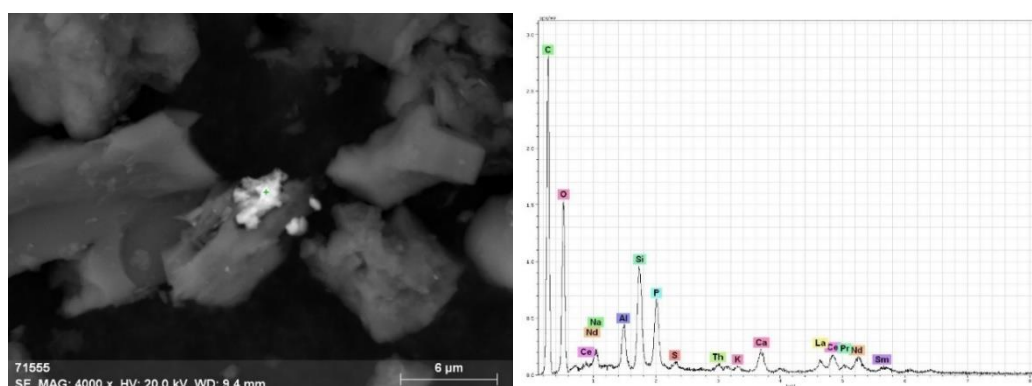


Рисунок 19 – Результаты электронной микроскопии в донных отложениях озера Теплое (фосфат лантаноидов (монацит?))

В донных отложениях озера Тус 0-1 (верхние 2 см в колонке) представлены следующие минеральные фазы: карбонаты (доломит?) размером 1-1,25 мкм (рисунок 20); сульфиды железа (пирит?) размером 1,5-2 мкм (рисунок 21); фосфаты лантаноидов (монацит?) размером 4-6 мкм (рисунок 22); оксиды титана и железа (ильменит?) размером 20-22 мкм (рисунок 23); алюмосиликаты размером 15-18 мкм (рисунок 24); карбонаты железа (сидерит?) размером 2,25-2,4 мкм (рисунок 25).

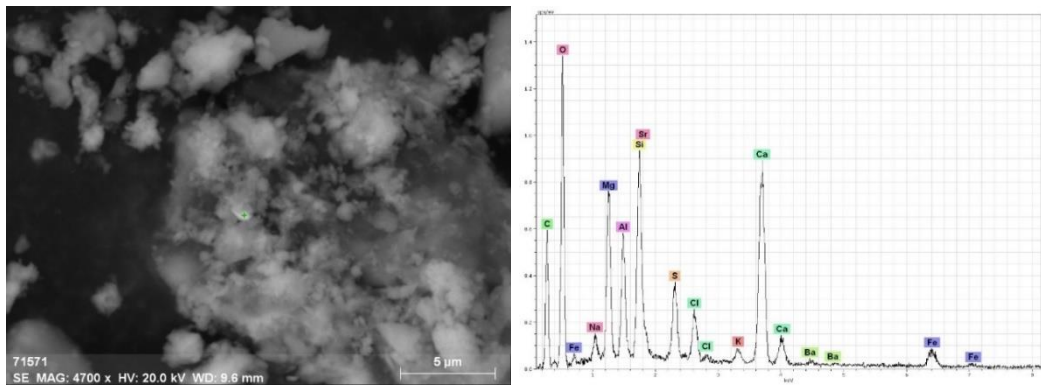


Рисунок 20 – Результаты электронной микроскопии в донных отложениях озера Тус 0-1 (карбонат (доломит?))

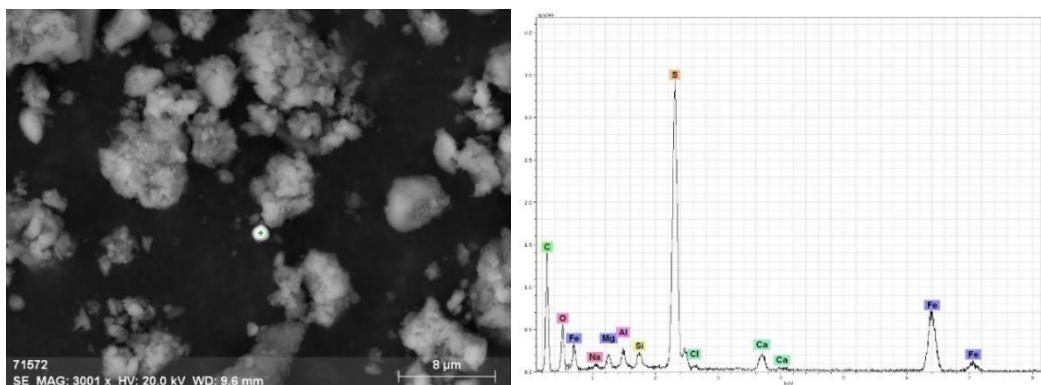


Рисунок 21 – Результаты электронной микроскопии в донных отложениях озера Тус 0-1 (сульфид железа (пирит?))

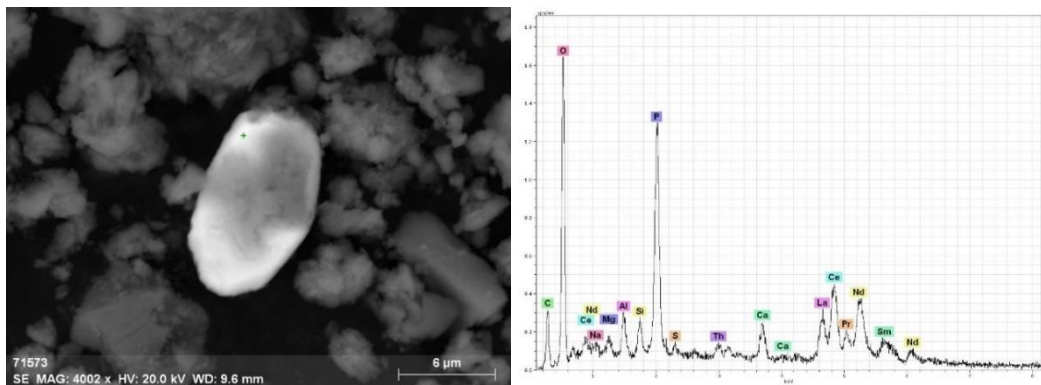


Рисунок 22 – Результаты электронной микроскопии в донных отложениях озера Тус 0-1 (фосфат лантаноидов (монацит?))

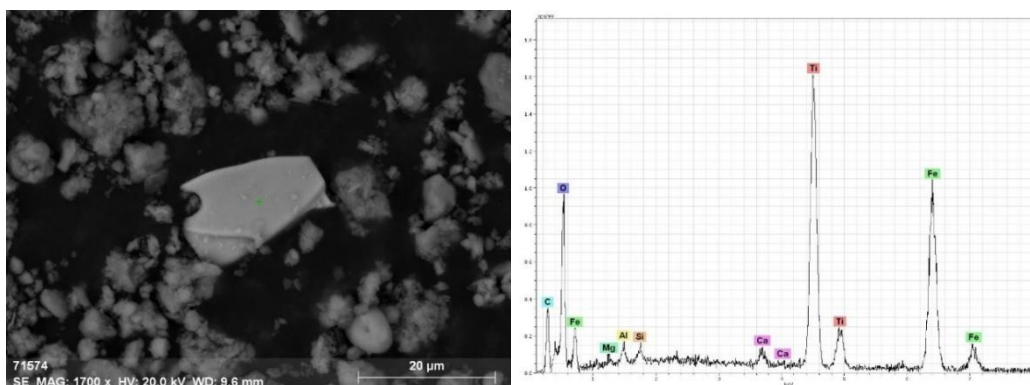


Рисунок 23 – Результаты электронной микроскопии в донных отложениях озера Тус 0-1 (оксид титана и железа (ильменит?))

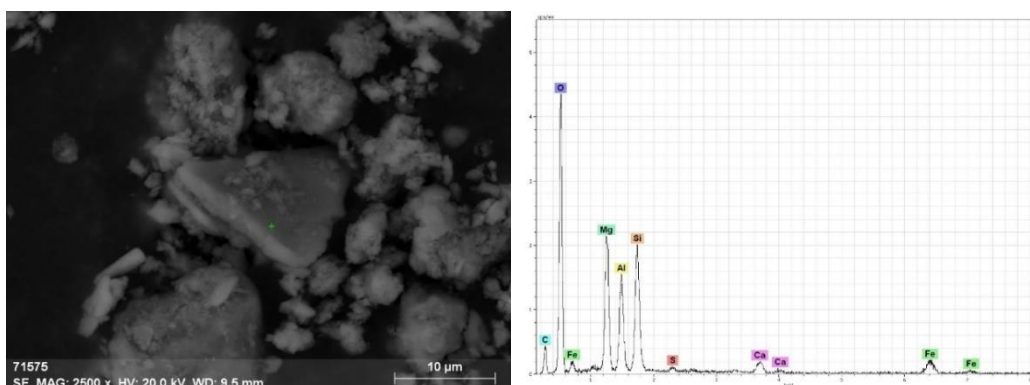


Рисунок 24 – Результаты электронной микроскопии в донных отложениях озера Тус 0-1 (алюмосиликат)

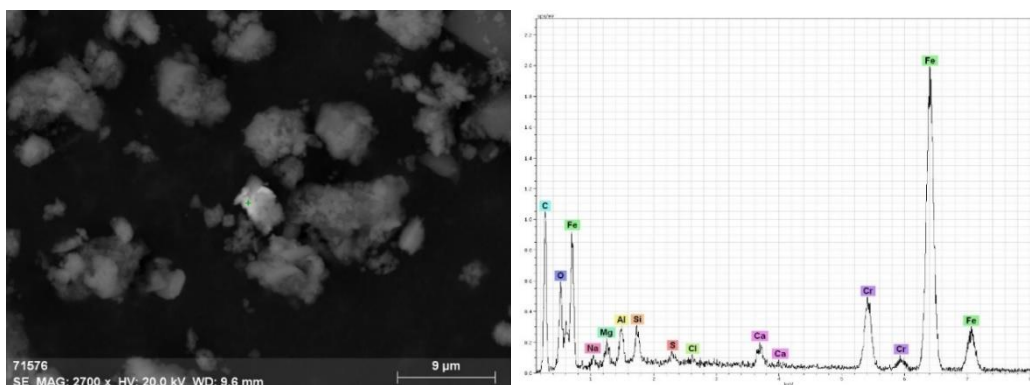


Рисунок 25 – Результаты электронной микроскопии в донных отложениях озера Тус 0-1 (карбонат железа (сидерит?))

Таким образом, можно сделать вывод о том, что минеральная составляющая донных отложений озер Республики Хакасия представлена преимущественно кварцем, альбитом, анортитом, мусковитом и др.

По данным электронно-микроскопического исследования, были установлены формы нахождения следующих элементов: Ba, Fe, S, Cr, Sr, Ca, Mg, а также редкоземельных элементов (РЗЭ – La, Ce, Nd, Sm). По минеральной составляющей донные осадки исследуемых озер представлены: сульфатами бария, оксидами, карбонатами и сульфидами железа, фосфатами лантаноидов, карбонатами, оксидами титана и железа, алюмосиликатами.

Нахождение в донных отложениях озера Тус 0-1, предположительно пирита, может указывать на низкую миграционную способность токсичных металлов, что позволяет рассматривать донные осадки как среду-индикатор для оценки загрязнения.

5 Содержание химических элементов в донных отложениях озер центральной части Республики Хакасия

5.1 Латеральное распределение

В задачи данной выпускной работы входила оценка среднего содержания элементов в донных осадках озер Республики Хакасия (таблица 17).

Таблица 17 - Содержание химических элементов в донных осадках озер Республики Хакасия и статистические параметры их распределения, г/т (объем выборки 15 проб)

| Элемент | X | min | max | V, % | медиана |
|---------|---------|--------|--------|---------------|---------|
| Na, % | 1,73 | 1,1 | 2,8 | 38,37 | 1,58 |
| Ca, % | 4,78 | 1,7 | 10,2 | 65,78 | 4,48 |
| Sc | 7,96 | 4,3 | 12,1 | 40,02 | 8,07 |
| Cr | 91,75 | 43,8 | 156,6 | 47,38 | 80,92 |
| Fe, % | 2,81 | 1,3 | 4,1 | 40,57 | 3,07 |
| Co | 10,81 | 3,9 | 16,54 | 40,98 | 11,61 |
| Br | 24,44 | 8,26 | 70,46 | 96,72 | 14 |
| Rb | 57,62 | 19 | 75 | 34,53 | 62,36 |
| Sr | 1077,80 | 300,48 | 3065,3 | 93,93 | 763,5 |
| Sb | 0,47 | 0,059 | 1,107 | 81,95 | 0,3 |
| Cs | 2,15 | 0,7 | 4,21 | 59,85 | 2,05 |
| Ba | 735,98 | 569 | 912 | 19,40 | 729,69 |
| La | 25,66 | 13,3 | 35,17 | 30,28 | 25,6 |
| Ce | 50,14 | 32,4 | 75,43 | 31,15 | 47,05 |
| Sm | 3,27 | 1,4 | 5,98 | 46,48 | 3,13 |
| Eu | 1,04 | 0,77 | 1,4 | 22,43 | 1,01 |
| Tb | 0,55 | 0,21 | 0,84 | 44,36 | 0,55 |
| Yb | 1,60 | 0,8 | 2,34 | 34,46 | 1,68 |
| Lu | 0,22 | 0,12 | 0,33 | 35,99 | 0,24 |
| Hf | 5,76 | 3,35 | 10,2 | 49,82 | 4,47 |
| Ta | 0,97 | 0,68 | 1,63 | 35,73 | 0,91 |
| Au | 0,01 | 0,0043 | 0,019 | 46,41 | 0,01 |
| Hg | 0,06 | 0,01 | 0,20 | 129,97 | 29,5 |
| Th | 6,28 | 2,6 | 11,07 | 45,09 | 6,05 |
| U | 6,04 | 3,6 | 8 | 31,06 | 6,45 |

Примечание: X – среднее; min – минимальное; max – максимальное; V% – коэффициент вариации; жирным шрифтом выделен V>33%

Большинство элементов, а именно: натрий, кальций, скандий, хром, железо, кобальт, бром, рубидий, стронций, сурьма, цезий, самарий, тербий, иттербий, лютеций, гафний, тантал, золото, ртуть и торий, в донных

отложениях озер центральной части Республики Хакасия имеют коэффициент вариации $V > 33\%$, что указывает на неравномерное распределение данных элементов.

Повышенный коэффициент вариации может быть связан с различными факторами, среди которых: особенности региона исследования, химический состав воды и т.д.

Максимальные и минимальные содержания указывают на большой интервал разброса значений содержания химических элементов.

Для проведения сравнительной характеристики необходимо сопоставить полученные данные по элементному составу донных отложений озер центральной части Республики Хакасия с данными некоторых континентальных озер Сибири, а также с осадочными породами по Григорьеву Н.А. (2003) [34] (таблица 18).

Таблица 18 – Среднее содержание элементов в озерах центральной части Республики Хакасия и некоторых озерах Сибири

| Элементы | Республика Хакасия (15 проб) | Сибирь ¹ | Осадочные породы ² |
|-----------|------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| Na | 1,73 | 1 | 1,3 |
| Ca | 4,78 | 3,75 | 7,28 |
| Sc | 7,96 | - | 9,6 |
| Cr | 91,75 | 68,5 | 58 |
| Fe | 2,81 | 3,15 | 3,54 |
| Co | 10,81 | 13,7 | 14 |
| Br | 24,44 | - | 44 |
| Rb | 57,62 | - | 94 |
| Sr | 1077,80 | 284,5 | 270 |
| Sb | 0,47 | 1,15 | 1,2 |
| Cs | 2,15 | - | 7,7 |
| Ba | 735,98 | 449,5 | 410 |
| La | 25,66 | 20,25 | 32 |
| Ce | 50,14 | 37,95 | 52 |
| Sm | 3,27 | 3,6 | 5,5 |
| Eu | 1,04 | 0,9 | 0,94 |
| Tb | 0,55 | 0,6 | 0,7 |
| Yb | 1,60 | 1,85 | 2 |
| Lu | 0,22 | 0,35 | 0,44 |
| Hf | 5,76 | 3,8 | 3,9 |
| Ta | 0,97 | - | 1 |

| | | | |
|-----------|-------------|------|-------|
| Au | 0,01 | - | 0,006 |
| Hg | 0,06 | - | 0,068 |
| Th | 6,28 | 5,85 | 7,7 |
| U | 6,04 | 2,85 | 3,4 |

Примечание: - нет данных; содержание элементов дано в г/т, Na, Ca и Fe даны в %; жирным выделены элементы, характеризующиеся повышенным накоплением в донных отложениях исследуемых озер. 1. Страховенко и др., 2010, Иванов, 2018 [35, 16]; 2 – Григорьев, 2003 [34]

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что по основному спектру изученных химических элементов, донные отложения озер центральной части Республики Хакасия отличаются более высокими содержаниями в сравнении с некоторыми континентальными озерами Сибири [35, 16]. Исключением являются Ca и Sb. Содержания таких элементов, как Na, Ca, Sc, Fe, Co, Sb, Ce, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf, Ta, Hg, Th, U, близки к данным по осадочным породам (Григорьев, 2003) [34].

Также, основываясь на полученных данных, можно установить, что донные отложения озер центральной части Республики Хакасия характеризуются накоплением Na, Cr, Sr, Ba, Eu, Hf, Au, U.

Наиболее четко отражают геохимическую специализацию, построенный ассоциативный геохимический ряд элементов в донных отложениях озер центральной части Республики Хакасия, относительно среднего содержания элементов в осадочных породах по Н.А. Григорьеву (2003) (таблица 19).

Таблица 19 – Геохимическая специализация донных осадков озер центральной части Республики Хакасия

| Ассоциативный геохимический ряд |
|--|
| Все исследуемые озера: Sr3,992-Au1,915-Ba1,795-U1,777-Cr1,582-Hf1,478-Na1,327-Eu1,108-Ta0,974-Ce0,964-Sc0,829-Th0,815-La0,802-Yb0,800-Fe0,793-Tb0,780-Co0,772-Ca0,657-As0,634-Rb0,613-Sm0,595-Br0,555-Lu0,507-Sb0,393-Cs0,280 |
| Озеро Тус: Sr11,353-U1,853-Au1,783-Br1,601-Ba1,511-Na1,446-Cr1,207-Co1,181-Tb1,111-Sc1,104-Fe0,944-Eu0,932-Yb0,930-Sb0,923-Hf0,859-Th0,819-Ce0,808-Ca0,786-La0,705-Ta0,700-Rb0,688-As0,658-Sm0,593-Lu0,561-Cs0,547 |

Примечание: жирным шрифтом выделены элементы с коэффициентом концентрации ≥ 1 ; красным цветом выделены элементы с коэффициентом концентрации > 2 .

В целом, по данным таблицы 19 можно выявить спектр элементов с коэффициентом концентрации больше 1. Наиболее контрастно выделяется Sr, как в средних значениях по всем исследуемым озерам, так и в средних значениях по озеру Тус.

Предположительно, нахождение Sr в донных отложениях может быть связан с карбонатными породами, слагающими исследуемые озера, в структуру которых рассеянным образом входит стронций. Увеличение его количества связано с обогащением воды растворенными соединениями Sr на момент формирования осадка (например, при обмелении озера), и/или с изменением состава и рН воды, что могло привести к выпадению стронция в осадок [36].

5.2 Вертикальное распределение

Донные отложения являются крайне эффективным источником информации о хронологии поступления тех или иных химических элементов в окружающую среду.

Как правило, мощность донного осадка, накопившегося за последнее столетие, не превышает нескольких десятков сантиметров [35].

Данный факт позволяет проследить характер накопления химических элементов в донных отложения на сравнительно небольшом интервале разреза.

Детальное изучение характера вертикального распределения химических элементов в донных осадках было изучено в озере Тус.

Графики вертикального распределения позволили объединить элементы по характеру накопления: Yb, Ce, Th, Cr, Hf, Sc, Tb, Rb, Fe, Co, Eu, Sm, La, Ta (рисунок 32); Hg, Ca, U, Au, Na, Br, Ba, Sr (рисунок 33).

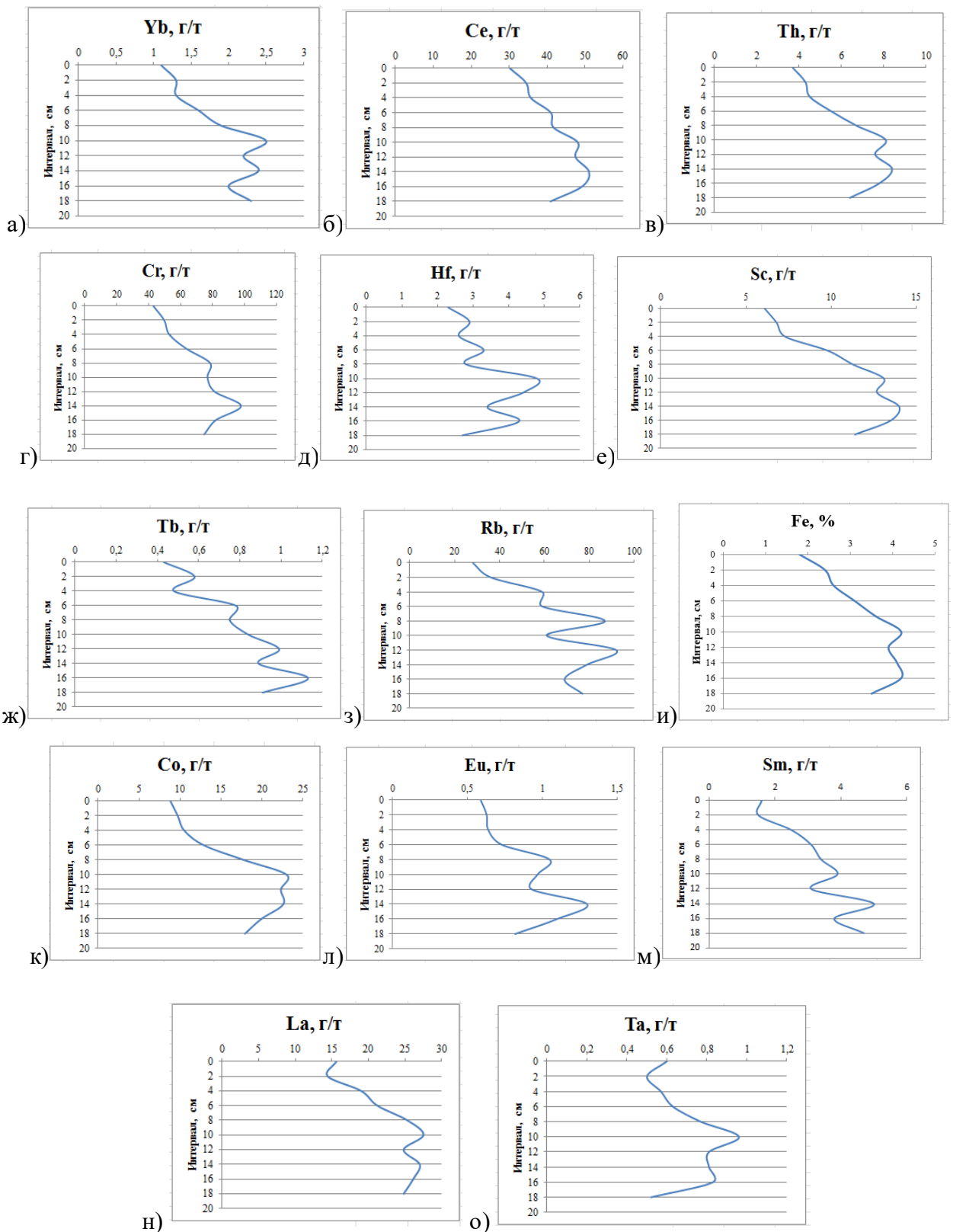


Рисунок 32 – Вертикальное распределение в колонке донных отложений: а) иттербия; б) церия; в) тория; г) хрома; д) гафния; е) скандия; ж) тербия; з) рубидия; и) железа; к) кобальта; л) европия; м) самария; н) лантана; о) тантала

Как было сказано выше, характер распределения следующих элементов: Yb, Ce, Th, Cr, Hf, Sc, Tb, Rb, Fe, Co, Eu, Sm, La, Ta – схож. У них отмечается один и тот же интервал устойчивого снижения концентрации в 2 и более раза, начиная с глубины 10 см. Природа такого распределения на данный момент неизвестна и требует дополнительных исследований.

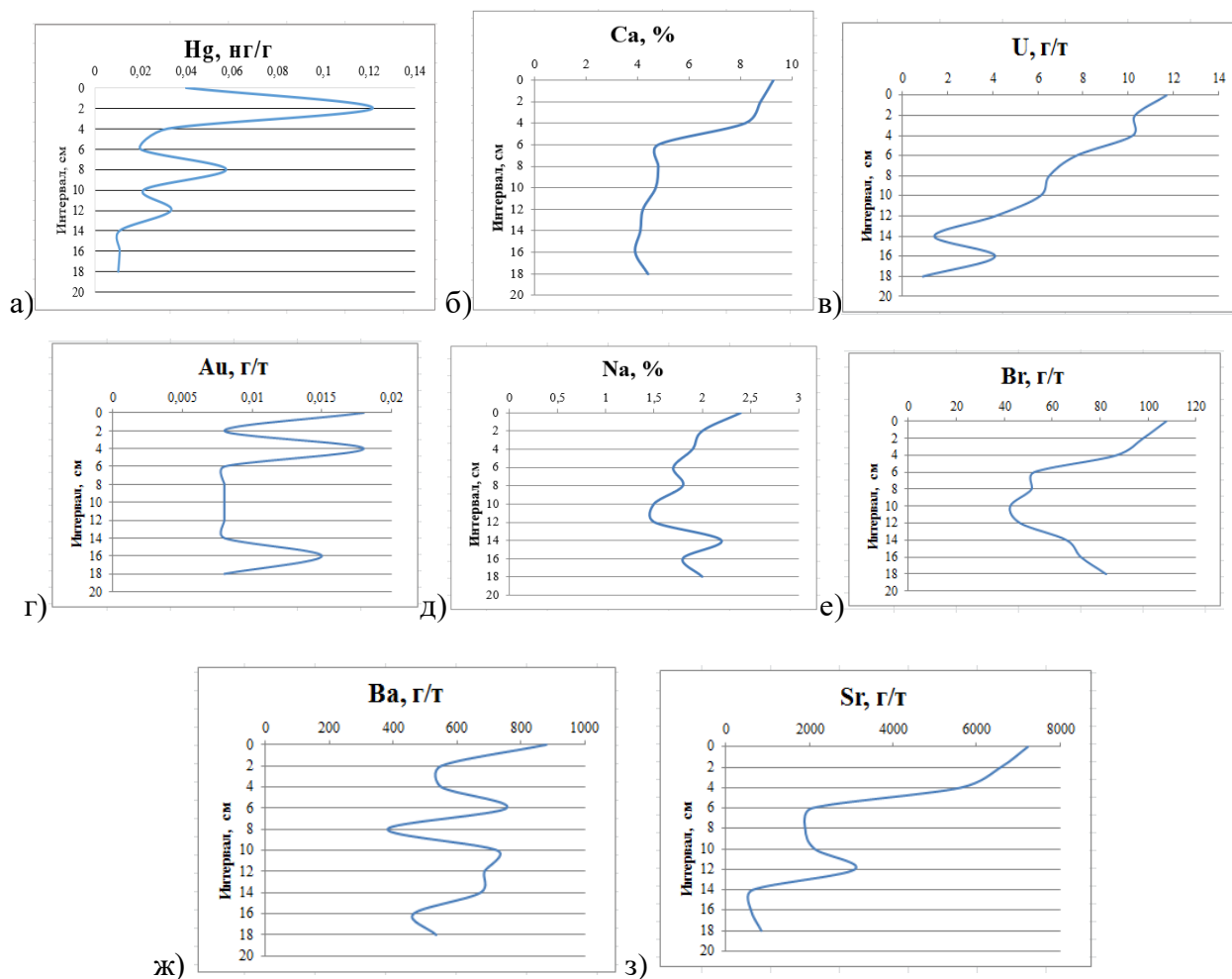


Рисунок 33 – Вертикальное распределение в колонке донных отложений: а) ртути б) кальция; в) урана; г) золота; д) натрия; е) брома; ж) бария; з) стронция

Такие элементы, как: Hg, Ca, U, Au, Na, Br, Ba, Sr, имеют совершенно иной характер распределения. В колонке донных отложений концентрация увеличивается снизу вверх.

Характер распределения ртути отличается резко выраженными аномалиями в верхней части колонки донных отложений. Данная аномалия может быть связана как с природными, так и с антропогенными факторами.

Такие элементы, как Ca и Sr имеют резкие аномалии в верхней части разреза, которые приходятся на 6-ти см интервал. Это можно объяснить тем, что стронций является постоянным спутником кальция, хотя в водной среде Sr и накапливается интенсивнее Ca.

Также, аномалии кальция и стронция можно отнести к биогенной природе – раковины моллюсков, которые преимущественно состоят из арагонита (карбонат кальция), который, в свою очередь, обогащен как кальцием так и стронцием [52].

Природа накопления остальных элементов на данный момент установить сложно, и требуются дополнительные исследования.

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Данная выпускная квалификационная работа представлена научно-исследовательской работой, целью которой является проведение геохимической характеристики донных отложений некоторых озер Республики Хакасия, а также сравнительной характеристики с данными других озер.

Для того, чтобы провести работу подобного характера необходимо разделить ее на этапы, а именно: организационный, эколого-геохимический этап, лабораторный и камеральный. С целью выявления денежных затрат, связанных с выполнением технического задания, необходимо определить прежде всего время на выполнение отдельных видов работ по исследованию, спланировать их последовательное выполнение и определить продолжительность выполнения всего комплекса работ.

6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Донные отложения — донные наносы и твёрдые частицы, образовавшиеся и осевшие на дно водного объекта в результате внутриводоёмных физико-химических и биохимических процессов, происходящих с веществами как естественного, так и техногенного происхождения. Детальное изучение донных отложений позволяют отследить хронологию накопления различных компонентов, а также выяснить характерные для данного объекта природные и фоновые уровни содержания тех или иных веществ.

Сегментирование рынка услуг по опробованию донных отложений осуществляется по следующим критериям: размер лаборатории и этапы анализа донных отложений (рисунок 34).

| | | Этапы анализа донных отложений | | |
|---------------------------|---------|--------------------------------|-----------------|--------|
| | | Опробование | Пробоподготовка | Анализ |
| Размер лаборато рии | Крупные | | | |
| | Средние | | | |
| | Мелкие | | | |

Рисунок 34 – Карта сегментирования услуг по опробованию донных отложений

– Лаборатория А – Лаборатория В – Лаборатория С

Лаборатория А – филиал «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Томской области» ФГБУ «ЦЛАТИ по СФО» – г. Томск (ЦЛАТИ по Томской области). Адрес местонахождения: г. Томск, Кирова проспект, 14;

Лаборатория В – филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Томской области». Адрес местонахождения: г. Томск, ул. Елизаровых, 42, ул. Фрунзе, 103 а, стр. 1, ул. Розы Люксембург, 13, а;

Лаборатория С – проблемная научно-исследовательская лаборатория гидрогеохимии. Адрес местонахождения: г. Томск, пр-кт. Ленина, д.2 стр.5.

Таким образом, основным сегментом данного рынка является опробования донных отложений. Опробование дает возможность дальнейшего изучения донных отложений.

В результате проведенного исследования будут получены и проанализированы новые данные, которые могут быть использованы для последующих исследований донных отложений в качестве данных для проведения сравнительной характеристики. Следовательно, потенциальными потребителями результатов исследования являются другие исследователи в этой области.

6.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Одно из исследований донных отложений проводилось с использованием электронного сканирующего микроскопа Hitachi S-3400N.

Позиция разработки оценивается по каждому показателю экспертным путем по 5 бальной шкале, где 1 – наименее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять единицу.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i * B_i ,$$

где: K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя;

B_{ϕ} – электронный сканирующий микроскоп Hitachi S-3400N;

$B_{к1}$ – электронный сканирующий микроскоп JEOL JSM-IT300;

$B_{к2}$ – электронный сканирующий микроскоп Axia ChemiSEM;

$B_{к3}$ – электронный сканирующий микроскоп Verios 5.

Таблица 20 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

| Критерии оценки | Вес критерия | Баллы | | | | Конкурентоспособность | | | |
|---|--------------|------------|----------|----------|----------|-----------------------|----------|----------|----------|
| | | B_{ϕ} | $B_{к1}$ | $B_{к2}$ | $B_{к3}$ | B_{ϕ} | $B_{к1}$ | $B_{к2}$ | $B_{к3}$ |
| Технические критерии оценки ресурсоэффективности | | | | | | | | | |
| Помехоустойчивость | 0,15 | 5 | 4 | 3 | 4 | 0,75 | 0,60 | 0,45 | 0,60 |
| Надежность | 0,20 | 5 | 5 | 5 | 4 | 1 | 1 | 1 | 0,80 |
| Уровень шума | 0,10 | 5 | 4 | 4 | 5 | 0,50 | 0,40 | 0,40 | 0,50 |
| Функциональная мощность (предоставляемые возможности) | 0,30 | 4 | 5 | 4 | 3 | 1,20 | 1,50 | 1,20 | 0,90 |
| Простота в эксплуатации | 0,05 | 5 | 3 | 3 | 5 | 0,25 | 0,15 | 0,15 | 0,25 |
| Возможность подключения в сеть ЭВМ | 0,10 | 5 | 5 | 5 | 4 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,40 |
| Экономические критерии оценки эффективности | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|----------------------------------|------|----|----|----|----|------|------|------|------|
| Конкурентоспособность продукта | 0,02 | 5 | 5 | 5 | 4 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,08 |
| Цена | 0,03 | 4 | 4 | 4 | 5 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,15 |
| Уровень проникновения на рынок | 0,02 | 5 | 4 | 4 | 3 | 0,10 | 0,08 | 0,08 | 0,06 |
| Предполагаемый срок эксплуатации | 0,03 | 5 | 5 | 5 | 5 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| Итого: | 1 | 47 | 45 | 42 | 42 | 4,67 | 4,60 | 4,15 | 3,89 |

Таким образом, проведя оценку используемого электронного микроскопа по критериям, можно сказать, что электронный сканирующий микроскоп Hitachi S-3400N имеет наивысшую оценку конкурентоспособности из-за высокой помехоустойчивости и простоты в эксплуатации, однако он уступает в функциональных возможностях электронному сканирующему микроскопу JEOL JSM-IT300.

6.2 Планирование научно-исследовательских работ

Проводимое исследование включается в себя несколько этапов: организационный, эколого-геохимический, лабораторный и камеральный этапы (таблица 21).

1. Организационный этап. На данном этапе ставится задача на проведение эколого-геохимических исследований, осуществляется оснащение научного подразделения квалифицированным персоналом и формирование обязанностей каждого, происходит подбор необходимой аппаратуры для исследования, подыскиваются необходимые материалы для исследования и приборы, также проводятся мероприятия по безопасному ведению работ.

2. Полевой этап (эколого-геохимический). Во время проведения данного этапа проводится геохимическое опробование: собственноручно или же с помощью коллег-сотрудников других университетов (ТГУ). Таким

образом отбираются пробы донных отложений. Упаковывались пробы в специальные пакеты и мешочки. Всего было отобрано 15 проб с разных озер.

3. Лабораторный этап. На данном этапе происходила пробоподготовка. Пробы донных отложений просушивались при комнатной температуре, измельчались и просеивались. После пробоподготовки, пробы отправлялись на инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА), на ртутный газоанализатор РА 915+, дифрактометр Bruker D2 Phaser и сканирующий электронный микроскоп Hitachi S-3400N.

4. Камеральный этап. Камеральная обработка представляет собой обработку полученных данных с реактора, обсуждение показателей, а также дополнительный сбор информации об изучаемой территории и ранее проводимых исследованиях подобного характера, дополнительный сбор исходных данных и их систематизацию, обработка полученных данных с применением различных статистических методик, построение графиков и диаграмм, составление схем и оформление пояснительной записки.

Таблица 21 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

| Основные этапы | № работ | Содержание работ | Должность исполнителя |
|----------------------|---------|---|-------------------------------|
| Организационный этап | 1 | Разработка технического задания | Научный руководитель, инженер |
| | 2 | Подбор персонала | Научный руководитель |
| | 3 | Определение методов исследования | Научный руководитель, инженер |
| | 4 | Выбор оборудования, снаряжения, материалов | Инженер |
| | 5 | Распределение обязанностей между сотрудниками | Научный руководитель |

| | | | |
|-------------------|----|--|-------------------------------|
| Полевой этап | 6 | Выбор участка для отбора проб | Научный руководитель |
| | 7 | Отбор, упаковка и нумерация проб | Научный руководитель, инженер |
| | 8 | Регистрация проб в журнале | Научный руководитель, инженер |
| | 9 | Отображение и закрепление на маршрутной карте пунктов наблюдения | Научный руководитель, инженер |
| Лабораторный этап | 10 | Пробоподготовка | Дипломник |
| | 11 | Исследование проб методом ИНАА | Научный руководитель |
| | 12 | Исследование проб на ртутном газоанализаторе | Дипломник |
| | 13 | Исследование проб на дифрактометре | Дипломник |
| | 14 | Исследование проб на электронном микроскопе | Дипломник |
| Камеральный этап | 15 | Сбор дополнительных литературных данных | Дипломник |
| | 16 | Обработка результатов | Дипломник |
| | 17 | Составление графиков, диаграмм и таблиц | Дипломник |
| | 18 | Построение карт и схем | Дипломник |
| | 19 | Систематизация данных | Дипломник |
| | 20 | Оформление результатов и пояснительной записки | Дипломник |

Примечание: научный руководитель – преподаватель с кафедры, под руководством которого дипломником пишется выпускная работа; дипломник – выпускник, выполняющий ВКР; инженер – специалист с кафедры, осуществляющий помощь научному руководителю при отборе проб.

6.3 Определение трудоёмкости выполнения работ

Трудоёмкость выполнения научного исследования оценивается в человеко-днях. Ожидаемое значение трудоёмкости определяется по формуле:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{mini}} + 2t_{\text{max}i}}{5},$$

где $t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоёмкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоёмкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\text{max}i}$ – максимально возможная трудоёмкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Далее необходимо определить продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

В рамках проведения научно-исследовательской работы целесообразным является построение календарного графика. Чтобы проиллюстрировать календарный план работы строится и приводится диаграмма Ганта, на которой работы отражаются протяженными в определенном временном промежутке отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}},$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

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

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

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

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} округляются до целого числа, сведены и приведены в таблице 22.

Таблица 22 – Временные показатели проведения научного исследования

| Название работы | Трудоемкость работ | | | Исполнители | Длительность работ в рабочих днях, T_{pi} | Длительность работ в календарных днях, T_{ki} |
|----------------------------------|--------------------|------------------|-----------------|-------------------------------|---|---|
| | t_{min} | t_{max} | $t_{\text{ож}}$ | | | |
| Разработка тех. задания | 2 | 3 | 2,4 | Научный руководитель | 2,4 | 4 |
| Подбор персонала | 2 | 5 | 3,2 | Научный руководитель | 3,2 | 5 |
| Определение методов исследования | 1 | 2 | 1,4 | Научный руководитель, инженер | 0,7 | 1 |
| Выбор оборудования, снаряжения | 1 | 2 | 1,4 | Инженер | 1,4 | 2 |

| | | | | | | |
|--|---|----|-----|-------------------------------|-----|----|
| Распределение обязанностей между сотрудниками | 1 | 1 | 1 | Научный руководитель | 1 | 1 |
| Выбор участка для отбора проб | 1 | 3 | 1,8 | Научный руководитель | 1,8 | 3 |
| Отбор, упаковка и нумерация проб | 5 | 10 | 7 | Научный руководитель, инженер | 3,5 | 5 |
| Регистрация проб в журнале | 1 | 2 | 1,4 | Научный руководитель, инженер | 0,7 | 1 |
| Отображение и закрепление на маршрутной карте пунктов наблюдения | 2 | 5 | 3,2 | Научный руководитель, инженер | 1,6 | 2 |
| Пробоподготовка | 1 | 4 | 2,2 | Дипломник | 2,2 | 3 |
| Исследование методом ИНАА | 7 | 10 | 8,2 | Научный руководитель | 8,2 | 12 |
| Исследование на ртутном анализаторе | 1 | 2 | 1,4 | Дипломник | 1,4 | 2 |
| Исследование на дифрактометре | 3 | 4 | 3,4 | Дипломник | 3,4 | 5 |
| Исследование на электронном микроскопе | 3 | 4 | 3,4 | Дипломник | 3,4 | 5 |
| Сбор дополнительных литературных данных | 2 | 4 | 2,8 | Дипломник | 2,8 | 4 |

| | | | | | | |
|--|---|---|-----|---------------------------------|-----|---|
| Обработка результатов | 2 | 3 | 2,4 | Научный руководитель, дипломник | 1,2 | 2 |
| Составление графиков, диаграмм и таблиц | 1 | 2 | 1,4 | Дипломник | 1,4 | 2 |
| Построение карт и схем | 1 | 2 | 1,4 | Дипломник | 1,4 | 2 |
| Систематизация данных | 2 | 4 | 2,8 | Дипломник | 2,8 | 4 |
| Оформление результатов и пояснительной записки | 2 | 5 | 3,2 | Научный руководитель, дипломник | 1,6 | 2 |

Суммарное количество рабочих дней у научного руководителя составляет 38 дней, у инженера – 11, а у дипломника – 35.

6.4 Разработка графика проведения научного исследования

Календарный план данной исследовательской работы приведён в виде диаграммы Ганта, на которой отображены различные виды работ в виде протяжённых, во времени, отрезков, которые указывают время начала и конца выполнения работ для научного руководителя и лаборанта.

Диаграмма Ганта представлена в таблице 23.

Таблица 23 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

| Вид работ | Исполнители | Тк, кал. дн. | Продолжительность выполнения работ | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|----------------------|--------------------|------------------------------------|---|---|--------|---|---|------|---|---|--------|---|---|
| | | | 2010 | | | | | | 2021 | | | | | |
| | | | ноябрь | | | январь | | | март | | | апрель | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Разработка технического задания | Научный руководитель | 4 | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------|----|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Подбор персонала | Научный руководитель | 5 | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Определение методов исследования | Научный руководитель, инженер | 1 | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Выбор оборудования, снаряжения, материалов | Инженер | 2 | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Распределение обязанностей между сотрудниками | Научный руководитель | 1 | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Выбор участка для отбора проб | Научный руководитель | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Отбор, упаковка и нумерация проб | Научный руководитель, инженер | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Регистрация проб в журнале | Научный руководитель, инженер | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Отображение и закрепление на маршрутной карте пунктов наблюдения | Научный руководитель, инженер | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Пробоподготовка | Дипломник | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Исследование проб методом ИНАА | Научный руководитель | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Исследование проб на ртутном газоанализаторе | Дипломник | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Исследование проб на дифрактометре | Дипломник | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Исследование проб на электронном микроскопе | Дипломник | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Сбор дополнительных литературных данных | Дипломник | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Обработка результатов | Науч. рук., дипломник | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Составление графиков, диаграмм и таблиц | Дипломник | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Построение карт и схем | Дипломник | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Систематизация данных | Дипломник | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Оформление результатов и пояснительной записки | Науч. рук., дипломник | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

■ - Научный Руководитель (Иванов А.Ю.) ■ - Инженер ■ - Дипломник

6.5 Бюджет научно-технического исследования

6.5.1 Расчет материальных затрат

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

$$Z_m = (1 + k_T) + \sum_{i=1}^m C_i * N_{расхi},$$

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

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

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты, необходимые для данного исследования представлены в таблице 24. Значения цен на материальные ресурсы установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах производителей в Интернете. Величина транспортных расходов принята за 15 %.

Таблица 24 – Материальные затраты

| Наименование | Единица измерения | Количество | Цена за ед., руб. | Затраты на материалы, (Z_m), руб. |
|------------------------|-------------------|------------|-------------------|---------------------------------------|
| Журнал регистрационный | Шт. | 2 | 80 | 173 |
| Ручка шариковая | Шт. | 2 | 50 | 108,50 |

| | | | | |
|---|----------|----|-----|---------|
| Мешки полиэтиленовые для образцов | Шт. | 15 | 1 | 16,15 |
| Неметаллическая лопатка | Шт. | 1 | 150 | 173,50 |
| Сито лабораторные | Комплект | 1 | 700 | 806 |
| Перчатки латексные | Шт. | 4 | 30 | 125,50 |
| Пакеты с застежкой «zip- look» | Упаковка | 1 | 320 | 369 |
| Бумага офисная | Упаковка | 1 | 250 | 288,50 |
| Итого | | | | 2060,15 |

6.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

Оборудование, используемое при выполнении исследования, имеется на базе лаборатории Международного инновационного научнообразовательного центра «Урановая геология» в Томском политехническом университете. Его стоимость учитывается в виде амортизационных отчислений, которые зависят от первоначальной стоимости объекта и срока его полезного использования в годах (таблица 25).

Таблица 25 – Расчет бюджета затрат на приобретение специального оборудования для научных работ

| № п/п | Наименование оборудования | Кол-во единиц оборудования, шт. | Цена единицы оборудования, руб. | Норма амортизации, % | Период использования оборудования, дни | Амортизационные отчисления, руб. |
|-------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------|--|----------------------------------|
| 1 | Анализатор «РА 915 М» | 1 | 1152000 | 14 | 2 | 885 |

| | | | | | | |
|-------|---|----|---------|----|----|-------|
| 2 | Пиролитическая приставка | 1 | 252000 | 14 | 2 | 194 |
| 3 | Аналитические весы AND GR-120 | 1 | 140300 | 14 | 2 | 108 |
| 4 | Электронный микроскоп Hitachi S-3400N | 1 | 5000000 | 14 | 5 | 9601 |
| 5 | Дифрактометр Bruker D2 Phaser | 1 | 4500000 | 14 | 5 | 8641 |
| 6 | Анализ проб на ИНАА | 15 | 2500 | 14 | 12 | 173 |
| 7 | Персональный компьютер | 1 | 35000 | 14 | 20 | 269 |
| Итого | | | | | | 19871 |

Перечисленное оборудование имеет срок полезного использования 7 лет. Используя линейный метод начисления амортизации, получаем норму амортизации 14%.

Стоимость ПО не учитывается, так как использовалась бесплатная пробная версия программы «Serfer 11».

6.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В выполнении работ по данной теме участвуют научный руководитель, инженер и дипломник (выпускник). Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы должностных окладов. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20% от оклада.

Заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}},$$

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

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (20% от $Z_{\text{осн}}$).

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

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} * T_{\text{раб}},$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

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

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

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 26).

Таблица 26 – Баланс рабочего времени

| Показатели рабочего времени | Научный руководитель | Инженер | Дипломник |
|-----------------------------|----------------------|---------|-----------|
| Календарное число дней | 365 | 365 | |
| Количество нерабочих дней | | | |
| - выходные дни | 96 | 96 | |
| - праздничные дни | 22 | 22 | |
| Потери рабочего времени | | | |
| - отпуск | 24 | 24 | |
| - невыходы по болезни | 10 | 10 | |

| | | | |
|--|-----|-----|--|
| Действительный годовой фонд рабочего времени | 218 | 218 | |
|--|-----|-----|--|

Месячный должностной оклад работника:

$$З_M = З_{тс} * (k_{пр} + k_d) * k_p,$$

где $З_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

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

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,5;

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

Тарифная заработная плата $З_{тс}$ находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда $T_{с1} = 600$ руб. на тарифный коэффициент k_t и учитывается по единой для бюджетных организаций тарифной сетке.

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 27.

Таблица 27 – Расчет основной заработной платы

| Исполнители | k_t | $З_{тс}$, руб | $k_{пр}$ | k_d | k_p | $З_M$, руб. | $З_{дн}$, руб. | T_p , раб. дн | $З_{осн}$, руб. |
|----------------------|-------|----------------|----------|-------|-------|--------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Научный руководитель | 2,02 | 35000 | 0,3 | 0,5 | 1,3 | 36400 | 1870 | 38 | 71063 |
| Инженер | 1,00 | 25000 | 0,3 | 0,5 | 1,3 | 26000 | 1336 | 11 | 14694 |
| Дипломник (лаборант) | 1,00 | 15000 | 0,3 | 0,5 | 1,3 | 15600 | 801 | 35 | 28035 |
| Итого | | | | | | | | | 113792 |

6.5.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{доп} = k_{доп} * З_{осн},$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы, принятый равным 0,15.

Таким образом, дополнительная заработная плата научного руководителя составляет 10659,45 руб., инженера – 2204,10 руб, дипломника (лаборанта) – 4205,25. Итоговая заработная плата научного руководителя составила 81722,45 руб., инженера – 16898,10 руб, дипломника (лаборанта) – 32240,25.

6.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды. На 2021 г. размер страховых взносов составляет 30%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлено в таблице 28.

Таблица 28 – Отчисления во внебюджетные фонды

| Исполнитель | Основная заработная плата, руб. | Дополнительная заработная плата, руб. |
|---|------------------------------------|--|
| Научный руководитель | 71063 | 10659,45 |
| Инженер | 14694 | 2204,10 |
| Дипломник (лаборант) | 28035 | 4205,25 |
| Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды | 30% | |
| Итого | | 39258,25 |

6.5.6 Накладные расходы

К накладным расходам относятся: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые расходы.

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

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей 1-5}) * k_{\text{нр}},$$

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

Накладные расходы составили 36175,65 руб.

6.5.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Величина затрат проведенной исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Бюджет затрат представлен в таблице 29.

Таблица 29 – Расчет бюджет затрат НИИ

| Наименование статьи | Сумма, руб. |
|--|-------------|
| 1. Материальные затраты НИИ | 2060,15 |
| 2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ | 19871 |
| 3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы | 113792 |
| 4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы | 16978,80 |
| 5. Отчисления во внебюджетные фонды | 39258,25 |
| 6. Затраты на научные и производственные командировки | - |
| 7. Контрагентные расходы | - |
| 8. Накладные расходы | 36175,65 |

| | |
|----------------------|-----------|
| 9. Бюджет затрат НТИ | 228135,85 |
|----------------------|-----------|

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

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

Исследованием-аналогом выбрано исследование эколого-геохимического состояния реки Кисловка по данным изучения донных отложений (Томский район), для оценки состояния окружающей среды территории использовались те же методы, что и в настоящей выпускной квалификационной работе.

Сметная стоимость аналоговой работы составила 134397,15 руб.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

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

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (взята из близкой к аналогу научно-исследовательской работы Клюквиной А.С. «Эколого-геохимическая оценка состояния реки Кисловка по данным изучения донных отложений (Томский район)).

Интегральный финансовый показатель проекта составил 1,7.

Интегральный показатель ресурсной эффективности определяется согласно формуле:

$$I_{\text{pi}} = \sum a_i * b_i,$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 30.

Таблица 30 – Сравнительная оценка характеристик варианта исполнения проекта и проекта аналога

| Критерий | Весовой коэф. | Данный проект I_{pi} | Аналогичный проект I_{pa} |
|------------------|---------------|------------------------|-----------------------------|
| 1. Доступность | 0,2 | 5 | 4 |
| 2. Надежность | 0,25 | 4 | 4 |
| 3. Безопасность | 0,3 | 5 | 4 |
| 4. Простота | 0,1 | 3 | 3 |
| 5. Экологичность | 0,25 | 4 | 4 |

Показатели ресурсной эффективности данного проекта и проекта-аналога имеет следующий вид:

$$I_{pi} = 5*0,2 + 4*0,25 + 5*0,3 + 3*0,1 + 4*0,25 = 4,80;$$

$$I_{pa} = 4*0,2 + 4*0,25 + 4*0,3 + 3*0,1 + 4*0,25 = 4,30.$$

Заключительным этапом является определение интегрального показателя эффективности, который рассчитывается по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{pi}}{I_{финр.1}};$$

$$I_{исп.2} = \frac{I_{pi}}{I_{финр.2}}.$$

Сравнительная эффективность проекта рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.2}}}$$

Сравнительная эффективность разработки представлена в таблице 31.

Таблица 31 – Сравнительная эффективность разработки

| № п/п | Показатели | Исп. 1 | Исп. 2 |
|-------|---|--------|--------|
| 1 | Интегральный финансовый показатель разработки | 1,7 | 1 |
| 2 | Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки | 4,80 | 4,30 |
| 3 | Интегральный показатель эффективности | 2,82 | 4,30 |
| 4 | Сравнительная эффективность вариантов исполнения | 0,66 | |

При сравнении значений интегрального показателя эффективности можно сделать вывод о высокой ресурсной эффективности и низкой финансовой эффективности исследования, проведенного в рамках данной выпускной квалификационной работы по сравнению с аналогичным проектом.

Вывод по разделу

В ходе разработки данного раздела был оценен коммерческий потенциал и перспективность проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, исследованы внутренняя и внешняя среда проекта, определена этапность и продолжительность работ, рассчитан бюджет научно-технического исследования и уровень трудозатрат.

Общий бюджет исследования складывается из затрат на материалы и оборудование, используемое в ходе проведения научно-исследовательской работы, затрат по основной и дополнительной заработной плате и отчислений во внебюджетные фонды. Общий бюджет исследования составляет 307950,03 российских рублей.

7 Социальная ответственность

Настоящая дипломная работа представляет собой проведение геохимической характеристики донных отложений некоторых озер Республики Хакасия, а также сравнительной характеристики с данными других озер. В общей сложности было проанализировано 15 проб донных отложений. Отбор проб производился в летнее время в 2010 году.

Целью данного раздела является выявление возможных опасных и вредных факторов при проведении научно-исследовательской работы и решение вопросов обеспечения экологической безопасности исследования и безопасности при возникновении внештатных чрезвычайных ситуаций.

7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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

Подготовка выпускной квалификационной работы включала полевой этап исследования местности и отбора проб и лабораторный этап, состоящий из подготовки проб донных отложений к лабораторным анализам. Пробоподготовка и анализ проводилась в лабораториях МИНОЦ «Урановая геология» Томского политехнического университета. Концентрации ртути определялись на анализаторе РА915+ с приставкой «ПИРО-915+» методом атомной абсорбции. Также, проводился анализ на дифрактометре Bruker D2 Phaser и сканирующем электронном микроскопе Hitachi S-3400N. Кроме того, был проведен инструментальный нейтронно-активационный анализ

(ИНАА). На камеральном этапе работ осуществлялась обработка результатов анализов проб, их систематизация; расчет статистических параметров; оформление итоговых данных в виде таблиц, диаграмм, графиков, рисунков, а также набор текста на персональном компьютере (ПЭВМ).

Полевой отбор проб, подготовительные и аналитические работы должны проводиться в соответствии с существующими инструкциями по охране труда, например МР 2.2.8.0017-10 [38] и методическим рекомендациям по проведению полевых и лабораторных исследований [39,40]. Режим труда и отдыха, работающих на открытой местности в холодный период года установлены методическими рекомендациями МР 2.2.7.2129-06 [41].

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

Камеральный этап проводился в рабочей аудитории №438, расположенной в учебном корпусе №20 на четвертом этаже, освещение в ней представлено системой равномерного освещения, а именно является искусственным, также имеются окна, которые пропускают естественный свет. В аудитории имеется 13 персональных компьютеров. Площадь на одно рабочее место соответствует требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [42] к помещениям для работы ПВЭМ и составляет не менее 4,5 м².

Лабораторный этап проводился в аудиториях 529 и 533-534. В кабинетах имеется искусственное и естественное освещение, площадь на одно рабочее место также оставляет не менее 4,5 м².

Большая часть работ выполнялась сидя. Эргономические требования по организации рабочего места при выполнении работ сидя изложены в системе стандартов безопасности труда ГОСТ 12.2.032-78 [43]. Конструкция рабочего

места и взаимное расположение всех его элементов, согласно стандарту, должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы.

Во избежание влияния на здоровье человека вредных факторов производственной среды при работе с персональной электро-вычислительной машиной СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [42] установлены следующие требования:

- оконные проемы должны быть оборудованы регулируемыми устройствами (жалюзи, занавеси, внешние козырьки и др.);
- влажная уборка проводится ежедневно, систематическое проветривание – после каждого часа работы на ЭВМ;
- рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева;
- искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения; расстояние между рабочими столами с видеомониторами должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов - не менее 1,2 м;
- экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм; конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования; рабочий стул (кресло) должен быть подъемноповоротным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки [42].

7.2 Производственная безопасность

Перечень опасных и вредных факторов, характерных для лабораторных исследований представлен в таблице 32.

Таблица 32 – Перечень опасных и вредных факторов при проведении лабораторных исследований

| Факторы (ГОСТ 12.0.003- 2015) | Этапы работ | | | Нормативные документы |
|---|---------------|-------------------------|----------------------|---|
| | Отбор проб | Лабораторн ый анализ | Камеральн ый этап | |
| 1. Отклонение показателей климата на открытом воздухе | + | - | - | Р 2.2.2006-05 |
| 2. Тяжесть и напряженность физического труда | + | - | - | Р 2.2.2006-05 |
| 3. Отклонение показателей микроклимата в помещении | - | + | + | СанПиН 2.2.4.548-96 |
| 3. Недостаточная освещенность | - | + | + | СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 |
| 4. Электромагнитное излучение | - | + | + | СанПиН 2.2.2.542-96 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 |
| 5. Шумовая нагрузка | - | + | + | ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ СН 2.2.4/2.1.8.562-96 |
| 6. Монотонный режим работы | - | + | + | РД 2.2.2006-05 |
| 7. Механические травмы при пересечении местности | + | - | - | ГОСТ 12.1.03882 ССБТ |
| 8. Электрический ток | - | + | + | ГОСТ 12.1.019-2017 |
| 9. Пожароопасность | - | + | + | НПБ 105-03 ГОСТ 12.4.009-83 ГОСТ 12.1.004-91 |

7.2.1 Анализ вредных производственных факторов и мероприятий по их устранению

Отклонение показателей климата на открытом воздухе.

Климат оказывает воздействие на организм и самочувствие человека. Неблагоприятные метеорологические условия могут привести к утомляемости, снижению производительности труда, повышению заболеваемости, возможно перегревание или переохлаждение. Мероприятия для профилактики – периодический кратковременный отдых; средства защиты кожи (предметы одежды и обуви, рабочая одежда (спецовка)); наличие с собой аптечки.

Тяжесть и напряженность физического труда.

Работоспособность снижается при длительном и однообразном ее выполнении, а также тяжести труда. Существуют «объективные» и «субъективные» показатели работоспособности.

- «Объективные»: изменения количественных и качественных показателей труда; изменения функционального состояния нервной системы.
- «Субъективные»: ощущение усталости, вялости, болезненные ощущения.

Профилактические меры: пятнадцатиминутные перерывы после каждых 2 часов работы, периодическая смена занятия и обстановки, правильное нормирование нагрузки на организм в режиме труда.

Отклонение показателей микроклимата в помещении.

Микроклиматические параметры оказывают значительное влияние как на функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье, так и надежность работы ЭВМ. Их отклонение может негативно отражаться на организме, становясь причиной пересыхания и растрескивания кожи и слизистой, а также последующего заражения болезнетворными микроорганизмами, и общей работоспособности организма. В помещениях

на микроклимат больше всего влияют источники теплоты. К ним относится вычислительное оборудование, приборы освещения (лампы накаливания, солнечная радиация).

Компьютерная техника является источником существенных тепловыделений, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. Для подачи свежего воздуха в помещения используются естественная вентиляция (проветривание).

Регулирование микроклимата в помещениях осуществляется с помощью увлажнителей и осушителей воздуха, вентиляторов и кондиционеров, а также отопления.

Таблица 33 – Параметры микроклимата для лабораторий и учебных аудиторий [44]

| Период года | Параметр микроклимата | Величина |
|-------------|---------------------------------|----------|
| Теплый | Температура воздуха в помещении | 23-25 °С |
| | Относительная влажность воздуха | 40-60% |
| | Скорость движения воздуха | 0,1 м/с |
| Холодный | Температура воздуха в помещении | 22-24 °С |
| | Относительная влажность воздуха | 60-40 % |
| | Скорость движения воздуха | 0,1 м/с |

Недостаточная освещенность.

Недостаточная освещенность рабочего места уменьшает остроту зрения, также вызывает утомление организма в целом, что приводит к снижению производительности труда и увеличению опасности заболеваний.

Очень яркое освещение ослепляет, раздражает и вызывает резь в глазах. Неправильное направление света создает резкие тени, блики, дезориентирует. В связи с этим возможно возникновение несчастных случаев, либо заболеваний [45].

Согласно ГОСТ 12.4.011-89 [45] средствами нормализации освещенности производственных помещений рабочих мест являются: источники света; осветительные приборы; световые проемы; светозащитные устройства; светофильтры; защитные очки.

Электромагнитное излучение.

Источниками электромагнитных полей на рабочем месте могут быть: монитор; системный блок персонального компьютера, электрооборудование. Переменное электромагнитное поле имеет электрическую и магнитную составляющие, поэтому контроль проводится отдельно по двум показателям: напряженность электрического поля (E), в В/м (Вольт-на-метр); индукция магнитного поля (B), в нТл (наноТесла).

Измерение и оценка этих параметров выполняются в двухчастотных диапазонах: диапазон № I (от 5 Гц до 2 кГц); диапазон № II (от 2 кГц до 400 кГц).

Электростатическое поле характеризуется напряженностью электростатического поля (E), в кВ/м (килоВольт-на-метр) [46].

Таблица 34 - Санитарные нормы параметров электромагнитных полей на рабочих местах [46].

| Параметр | Частота | Санитарная норма |
|---|---------|------------------|
| Фоновый уровень индукции магнитного поля промышленной частоты (B) | 50 Гц | 5 мкТл |
| Фоновый уровень напряжённости электрического поля (E) | 50 Гц | 500 В/м |

| | | |
|--|-----------------|---------|
| Напряжённость электрического поля (E) | 5Гц – 2кГц | 25 В/м |
| | 2 кГц – 400 кГц | 2,5 В/м |
| Напряжённость электростатического поля (E) | 0 Гц | 15 кВ/м |
| Индукция магнитного поля (B) | 5Гц – 2кГц | 250 нТл |
| | 2 кГц – 400 кГц | 25 нТл |

При постоянной и не защищенной работе с ПК происходит воздействие на нервную систему, ухудшается зрение и падает иммунитет.

Для защиты организма от негативного воздействия электромагнитного излучения, необходимо сократить время пребывания в зоне излучения, так же при работе с ПК необходимы защитные экраны, которые помогают существенно снизить негативное воздействие.

Шумовая нагрузка.

Шумовое воздействие в лаборатории происходит прежде всего от работы ЭВМ, приборов вентиляции, отопления и аналитических приборов, но не несут негативного воздействия на слуховой аппарат работника лаборатории [47].

Монотонный режим работы.

Истирание проб, работа на ртутном газоанализаторе, а также внесение результатов и обработка баз данных являются монотонным процессом.

Монотонность труда может привести к возникновению неприятных ощущений у работников, таких как снижение уровня бодрствования, снижение тонуса скелетной мускулатуры, снижении тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы (снижение частоты пульса и артериального давления, увеличение аритмии пульса и др.). Основными последствиями монотонного труда являются: снижение работоспособности и производительности труда, производственный травматизм, повышенная заболеваемость и т.д.

Работа по атомно-абсорбционному исследованию образцов относится к классу вредных напряженных условий труда 1 степени.

Рекомендации предполагают введение частых (через 60 - 120 мин.), но коротких (5-10 мин.) регламентированных перерывов при факторе монотомии.

Полезным является введение физической активности (гимнастика) продолжительностью 7-10 минут в начале смены, а также физкультурных пауз один-два раза за рабочую смену.

7.2.2 Анализ опасных производственных факторов и мероприятий по их устранению

Механические травмы при пересечении местности.

В полевых условиях возможность получения механических травм многократно возрастает. При отборе проб донных отложений повреждения могут быть разной тяжести, требующие первой помощи, либо дальнейшей госпитализации. Это могут быть порезы, растяжение мышц, переломы костей. Для предотвращения таких повреждений необходимо соблюдать технику безопасности и индивидуальную безопасность жизнедеятельности.

Электробезопасность. Электрический ток.

Источником электрического тока могут быть перепады напряжения, высокое напряжение, вероятность замыкания человеком электрической цепи (компьютер, оборудование, анализирующее пробы, принтер, сканер, настольные лампы, розетки, провода и др.).

Воздействие на человека – поражение электрическим током, пребывание в шоковом состоянии, психические и эмоциональные расстройства. Может быть оказано: термическое действие (ожоги, нагрев до высоких температур внутренних органов); электролитическое действие (разложение органических жидкостей тела и нарушение их состава); биологическое действие (раздражение и возбуждение живых тканей

организма, что сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц).

Нормирование осуществляется согласно ГОСТ 12.1.038-82 [9].

Основными организационным мероприятиям являются: инструктаж персонала; аттестация оборудования; соблюдение правил безопасности и требований при работе с электротехникой. Основное воздействие на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляется в виде электротравм и профессиональных заболеваний.

Основными непосредственными причинами электротравматизма, являются: прикосновения к токоведущим частям установки или ошибочным действием выполнения работ или прикосновением к двум точкам земли, имеющим разные потенциалы и др.

По опасности поражения электрическим током помещения с ЭВМ и лаборатории относятся к категории без повышенной опасности (так как отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность (высокая влажность и температура, токопроводящая пыль и полы, химически активная или органическая среда, разрушающая изоляцию и токоведущие части электрооборудования).

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

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [48] помещения с ЭВМ должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации, при этом не следует размещать рабочие места с ЭВМ вблизи силовых кабелей и вводов, высоковольтных трансформаторов, технологического оборудования, создающего помехи в работе ЭВМ.

Пожароопасность.

Среди источников пожарной опасности можно выделить – неисправности в проводках, розетках, короткие замыкания, неработоспособное электрооборудование.

Согласно ГОСТ 12.1.004–91 [49] при пожаре на человека оказывают воздействие следующие факторы: пламя и искры; повышенная температура окружающей среды; токсичные продукты горения и термического разложения; дым; пониженная концентрация кислорода. Вторичными проявлениями являются: осколки, части разрушившихся аппаратов, установок, 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, агрегатов.

Для пожарной безопасности необходимо применение таких профилактических мероприятий, как: выявление и устранение неполадок в сети, своевременный ремонт либо замена электрооборудования, скрытие электропроводки для уменьшения вероятности короткого замыкания [9].

Первичным средством пожаротушения является углекислотный огнетушитель ОУ–8.

Средства индивидуальной защиты при пожаре: противогаз, огнезащитные накидки, пожарные костюмы, противогазоаэрозольные респираторы.

Более эффективным средством защиты является увеличение влажности воздуха до 65% [49].

7.3 Охрана окружающей среды

Полевые, лабораторные и камеральные работы не вызовут нарушений компонентов природной среды.

Проведение пробоподготовки проб донных отложений (просушивание при комнатной температуре, просеивание), а также проведение

атомноабсорбционного анализа на обнаружения содержания ртути не влияют на состояние окружающей среды, тем самым являются экологически безопасными.

Специально утилизации не требуется, крупные частицы, неподходящие для анализа, утилизируются в мусорную урну.

7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-2016 [53] ЧС – это обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Нередко, при определенных работах, в лабораториях возникает опасность пожара. Основные нормативные документы по вопросам пожарной и взрывной безопасности – ГОСТ 12.1.004-91 [50].

Основные источники возникновения пожара: неисправности в проводках, розетках, короткие замыкания, неработоспособное электрооборудование.

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Меры по предупреждению и ликвидации ЧС: наличие пожарной сигнализации, углекислотных огнетушителей, нескольких эвакуационных выходов; проходы, коридоры и рабочие места не должны быть ничем загромождены.

Согласно ФЗ-123 [54]., НПБ 104-03 [55]. «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях», для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении обеспечены следующие средства противопожарной защиты: «План эвакуации людей при пожаре»;

памятка соблюдения правил техники пожарной безопасности; системы вентиляции для проветривания воздуха и отвода избыточной теплоты от газоанализатора; углекислотный и порошковый огнетушители (ОУ-3 2 шт., ОП-3 2 шт.); система автоматической противопожарной сигнализации.

Таблица 35 – Типы используемых огнетушителей при пожаре в электроустановках

| Напряжение, кВ | Тип огнетушителя (марка) |
|----------------|--------------------------|
| До 1,0 | порошковый (серии ОП) |
| До 10,0 | углекислотный (серии ОУ) |

В исследуемых помещениях не обнаружено предпосылок к пожароопасной ситуации. Это обеспечивается соблюдением норм при монтаже электропроводки, отсутствием электрообогревательных приборов и дефектов в розетках и выключателях [9].

В корпусе 20 ТПУ имеется пожарная автоматика, сигнализация. В случае возникновения загорания происходит срочное оповещение о пожаре.

Вывод по разделу

В ходе разработки данного раздела выявлены и проанализированы опасные и вредные факторы, возможные к возникновению при осуществлении данной научно-исследовательской деятельности, а также предложены мероприятия по предотвращению и уменьшению степени их воздействия, согласно регламентированным нормативно-правовым актам.

Возможные вредные и опасные факторы могут возникнуть лишь в случае, если не будут соблюдаться прописанные нормы и стандарты поведения в рабочих условиях. В ходе анализа были рассмотрены меры безопасности в случае возникновения непредвиденных чрезвычайных ситуаций, изучены правовые и организационные вопросы обеспечения

безопасности, а также обозначена экологическая безопасность методики исследования.

Помещения, в которых производились лабораторные исследования и обработка данных, являются безопасными с точки зрения возникновения чрезвычайных ситуаций.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы было выполнено:

- 1) рентгенофазовый анализ, который выявил, что минеральные фазы отобранных проб преимущественно представлены кварцем, альбитом, анортитом, мусковитом, микроклином, роговой обманкой, каолинитом, волластонитом, ортоклазом;
- 2) сравнительный анализ содержания химических элементов в донных осадках озер центральной части Республики Хакасия, который показал, что отмечаются повышенные концентрации у следующих элементов: Na, Cr, Sr, Ba, Eu, Hf, Au, U. Среди них особо выделяются: Cr, Sr, Ba;
- 3) выделены возможные причины аномальных значений Ca и Sr в донных отложениях;
- 4) расчет коэффициента вариации, который определил, что Ba, La, Ce, Eu, U имеют однородное распределение, остальные же элементы имеют неоднородную выборку.

Список использованной литературы

1. Правительство Республики Хакасия: официальный сайт. – География. – URL: <https://r-19.ru/about-khakasia/geography/> (дата обращения: 10.02.2021). – Текст : электронный.
2. Рихванов Л.П. Путеводитель по району геоэкологической практики в Хакасии. Учебное пособие / Рихванов Л.П., Язиков Е.Г., Арбузов С.И., Шатилов А.Ю., Язиков В.Г., Худяков В.М. ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск : ТПУ , 2012. – 91 с.
3. Правительство Республики Хакасия: официальный сайт. – Административно-территориальное устройство Республики Хакасия. – URL: <https://r-19.ru/society/5755/53899.html> (дата обращения: 15.02.2021). – Текст : электронный.
4. Управление Федеральной службы государственной статистики по Красноярскому краю, Республике Хакасии и Республике Тыва: официальный сайт. – Население. – URL: <https://krasstat.gks.ru/folder/32939> (дата обращения: 16.02.2021). – Текст : электронный.
5. Правительство Республики Хакасия: официальный сайт. – Общие сведения. – URL: <https://r-19.ru/about-khakasia/overview/> (дата обращения: 02.04.2021). – Текст : электронный.
6. Администрация муниципального образования Ширинского района: официальный сайт. – Географическое положение. – URL: <https://shiranet.ru/> (дата обращения: 02.04.2021). – Текст : электронный.
7. Усть-Абаканский район: официальный сайт. – История района. – URL: <https://ust-abakan.ru/region/history/> (дата обращения: 02.04.2021). – Текст : электронный.
8. Администрация Аскизского района Республики Хакасия: официальный сайт. – Географическое положение. – URL: <https://askiz.org/> (дата обращения: 02.04.2021). – Текст : электронный.

9. ГОСТ 12.1.038-82. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов: дата введения 1983-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200313> (дата обращения: 05.05.2021). – Текст : электронный.
10. Постановление Главы Республики Хакасия - Председателя Правительства Республики Хакасия от 04.09.2014 N 62-ПП "Об утверждении схемы размещения, использования и охраны охотничьих угодий на территории Республики Хакасия". – URL: <https://docs.cntd.ru/document/422407579> (дата обращения: 05.04.2021). – Текст : электронный.
11. Большая российская энциклопедия: сайт. – Хакасия. – URL: <https://bigenc.ru/geography/text/5454659> (дата обращения: 06.04.2021). – Текст : электронный.
12. Научно-популярная энциклопедия. Вода России: сайт. – Республика Хакасия. – URL: https://water-rf.ru/Регионы_России/2572/Республика_Хакасия (дата обращения: 07.04.2021). – Текст : электронный.
13. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации: официальный сайт. – Республика Хакасия. – URL: <https://gосdoklad-ecology.ru/2017/subjects/sfo/respublika-khakasiya/> (дата обращения: 07.04.2021). – Текст : электронный.
14. Флора Республики Хакасия: сайт. – Республика Хакасия. – URL: <https://www.nbcrs.org/regions/respublika-khakasiya/flora> (дата обращения: 13.04.2021). – Текст : электронный.
15. МУК 4.1.1469-03. Методы контроля. Химические факторы. Атомно-абсорбционное определение массовой концентрации ртути в питьевой, природных и сточных водах: дата введения 2003-06-30. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200034848> (дата обращения: 01.05.2021). – Текст : электронный.
16. Иванов А. Ю. Экогеохимия донных отложений малых водоёмов юга Томской области : автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук / Иванов Андрей

Юрьевич : Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск, 2018. — 22 с.

17. Таблица определения химических элементов методом нейтроноактивационного анализа // Изв. АН Каз.ССР. Сер. физ. и техн. наук. – 1980. – №6. – С. 3–7.

18. Фронтасьева М.В. Нейтроноактивационный анализ в науках о жизни // Физика элементарных частиц и атомного ядра. – 2011. – №. 42. – С. 636–701.

19. Серебренникова О.В. Углеводороды и кислородорганические соединения в донных отложениях озер Алтая и Хакасии / О.В. Серебренникова, И.В. Русских, Е.В. Гулая [и др.]// Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2013. – №1. – С. 130-135.

20. Макаренко Н.А. Эколого-геохимическое состояние озера Шунет и его окрестностей (Республика Хакасия) / Н.А. Макаренко, Н.В. Архипова // Вестник Томского государственного университета. – 2015. – №400. – С. 371-380.

21. Карнаухова Г.А. Вещественный состав донных отложений в прибрежной зоне Иркутского водохранилища / Г.А. Карнаухова // Известия Иркутского государственного университета. – 2016. – №17. – С. 64-77.

22. Архипова Н.В. Экогеохимические особенности почвенного покрова и донных отложений кластерного участка «Озеро Иткуль» государственного природного заповедника «Хакасский» / Н.В. Архипова, Н.А. Макаренко, В.П. Парначев, А.Л. Архипов // Вестник Томского государственного университета. – 2014. – №386. – С. 193-200.

23. ГОСТ 30813-2002. Вода и водоподготовка. Термины и определения: Дата введения 2004-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200030883> (дата обращения: 02.05.2021) – Текст : электронный.

24. Многофункциональный переносной атомно-абсорбционный анализатор ртути: официальный сайт. – Москва. – URL: <http://www.akvilon.ru/products/specializirovannye-pribory/analizatory-rtuti/2623/> (дата обращения: 2.05.2021). – Текст : электронный.

25. Архипова Н.В. Эколого-геохимическое состояние оз. Утичье-3 и его окрестностей (Республика Хакасия) / Н.В. Архипова, В.П. Парначев, Н.А. Макаренко, Н.Г. Клопотова // Вестник Томского государственного университета. – 2012. – №362. – С. 166-172.
26. Wei Zhang. Distribution, fractionation and risk assessment of mercury in surficial sediments of Nansi Lake, China / Zhang Wei, Cao Feifei, Yang Li Yu an, Dai Jierui // Environmental Geochemistry and Health. – 2018. – №40(9). – P. 115-125.
27. Saneaia H. Spatial distribution of mercury and other trace elements in recent lake sediments from central Alberta, Canada: An assessment of the regional impact of coal-fired power plants / H.Saneaia, F.Goodarzia, P.M.Outridgeb // International Journal of Coal Geology. – 2010. – №82. – P. 105-115.
28. Sai L. Nga. Geochemistry of Lake Sediments as a Record of Environmental Change in a High Arctic Watershed / L. Nga Sai, H. King Roger // Chemie der Erde. – 2004. – №64. – P. 257-275.
29. Русских И.В. Органические соединения в донных отложениях озер Хакасии / И.В. Русских, Е.Б. Стрельникова, Е.В. Гулая, П.Б. Кадычагов // Вода: химия и экология. – 2012. – №1(43). – С. 11-16.
30. Русских И.В. Биоорганические компоненты и соединения нефтяного ряда в донных отложениях озер Тус и Черное (Хакасия) / И.В. Русских, Е.Б. Стрельникова, О.В. Серебренникова, Е.А. Ельчанинова // Сибирский экологический журнал. – 2017. – №2. – С. 218-228.
31. Архипов А.Л. Геоэкологическое и экогеохимическое состояние геологической среды Южно-Минусинской котловины (Республика Хакасия) : автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук / Архипов Александр Леонидович : Национальный исследовательский Томский государственный университет. – Томск, 2011. – 23 с.
32. Масленникова А.В. Загрязнение донных отложений озер Урала при горнопромышленном техногенезе / А.В. Масленникова // Проблемы геологии

и освоения недр: труды XIV международного симпозиума имени академика М.А. Усова. – М., 2010. – С. 117-119.

33. Университетская информационная система Россия: официальный сайт. – Географическое положение Республики Хакасия. – URL: https://uisrussia.msu.ru/stat/Publications/Reg2012-3/Reg2012-3_07_/Reg2012-3_07_170.htm?lang=ru (дата обращения 03.05.2020). – Текст : электронный.

34. Григорьев Н.А. Среднее содержание химических элементов в горных породах, слагающих верхнюю часть континентальной коры / Н.А. Григорьев // Геохимия. – 2003. – № 7. – С. 785–792.

35. Страховенко, В.Д. Геохимия донных отложений малых континентальных озер Сибири: диссер. ... докт. геол-мин. наук. – Новосибирск, 2011. – 307 с.

36. Федорин М.А. Скорости седиментации, геохимические циклы и минералогия донных отложений из озера Шира (Хакасия) - по результатам физических методов исследования, включая РФА-СИ/ М.А. Федорин, Е.Г. Вологина, А.П. Толмеев [и др.] // XVIII международная конференция по использованию синхротронного излучения СИ. – 2010. – №1. – С. 134-135.

37. Российская Федерация. Трудовой кодекс Российской Федерации : Федеральный закон N 197-ФЗ : [принят Государственной думой 21 декабря 2001 года]. – Москва, 2021. – 240 с.

38. МР 2.2.8.0017-10. Гигиена труда. Средства коллективной и индивидуальной защиты. Режимы труда и отдыха работающих в нагревающем микроклимате в производственном помещении и на открытой местности в теплый период года: дата введения 2011-01-28. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200085861> (дата обращения: 07.05.2021). – Текст : электронный.

39. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. – М.: Гидрометеоиздат, 1981. – 108 с.

40. МР 2.2.9.2311-07. Состояние здоровья работающих в связи с состоянием производственной среды. Профилактика стрессового состояния работников

при различных видах профессиональной деятельности: дата введения 2008-03-18. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200072234> (дата обращения: 07.05.2021). – Текст : электронный.

41. МР 2.2.7.2129-06. Физиология труда и эргономика. Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях: дата введения 2006-11-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200047514> (дата обращения: 07.05.2021). – Текст : электронный.

42. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиена труда, технологические процессы, сырье, материалы, оборудование, рабочий инструмент. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы: дата введения 2003-06-13. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901865498?section=text> (дата обращения: 07.05.2021). – Текст : электронный.

43. ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования: дата введения 1979-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003913> (дата обращения: 07.05.2021). – Текст : электронный.

44. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания: дата введения 2021-01-28. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115?marker=6560Ю> (дата обращения: 07.05.2021). – Текст : электронный.

45. ГОСТ 12.4.011-89. Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация: дата введения 1990-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200000277> (дата обращения: 08.05.2021). – Текст : электронный.

46. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов: дата введения 1983-07-01. – URL:

<https://docs.cntd.ru/document/5200313> (дата обращения: 08.05.2021). – Текст : электронный.

47. СанПин 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах: дата введения 2016-06-21. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420362948?marker=6560IO> (дата обращения: 08.05.2021). – Текст : электронный.

48. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы: дата введения 2003-06-13. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901865498#64U0IK> (дата обращения: 08.05.2021). – Текст : электронный.

49. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования: дата введения 1992-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения: 08.05.2021). – Текст : электронный.

50. ГОСТ 12.1.004–91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования: дата введения 1992-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения: 08.05.2021). – Текст : электронный.

51. Язиков Е.Г. Геоэкологический мониторинг. Учебное пособие / Е.Г. Язиков, А.Ю. Шатилов ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск : ТПУ, 2003. – 287 с. ;

52. Мальцев А. Е. Геохимия карбонатных осадков малых озер юга Западной Сибири на примере голоценового разреза оз. Иткуль / А.Е. Мальцева, Г.А. Леонова, В.А. Бобров [и др.] // Геология и геофизика. – 2020. – №3. – С. 378-399.

53. ГОСТ Р 22.0.02-2016. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения: дата введения 2017-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200139176> (дата обращения: 09.05.2021). – Текст : электронный.

54. Российская Федерация. Законы. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федеральный закон N 123-ФЗ : [принят Государственной думой 4 июля 2008 года]. – Москва, 2018. – 114 с.
55. НПБ 104-03. Об утверждении норм пожарной безопасности. Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях: дата введения 2003-06-20. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901866573> (дата обращения: 09.05.2021). – Текст : электронный.