



Школа: Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки: 05.03.06 Экология и природопользование

ООП/ОПОП: Геоэкология

Отделение школы (НОЦ): Отделение геологии

### ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

| Тема работы                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Элементный состав антропогенных карбонатных отложений юго-восточной части Сибирской платформы (Иркутская область)</i> |

УДК 543.31-032.63(571.53)

Обучающийся

| Группа | ФИО                          | Подпись | Дата |
|--------|------------------------------|---------|------|
| 2Г91   | Нестеренко Анастасия Юрьевна |         |      |

Руководитель ВКР

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

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность        | ФИО                      | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|--------------------------|------------------------|---------|------|
| доцент ОСГН ШБИП | Криницына Зоя Васильевна | К.Т.Н., доцент         |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

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

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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



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

### ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП/ОПОП

| Код компетенции                         | Наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Универсальные компетенции</b>        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| УК(У)-1                                 | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач                                                                                                                                                                                                                   |
| УК(У)-2                                 | Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений                                                                                                                                                                       |
| УК(У)-3                                 | Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде                                                                                                                                                                                                                                                              |
| УК(У)-4                                 | Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)                                                                                                                                                                                              |
| УК(У)-5                                 | Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах                                                                                                                                                                                                                           |
| УК(У)-6                                 | Способность управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни                                                                                                                                                                                                   |
| УК(У)-7                                 | Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности                                                                                                                                                                                                         |
| УК(У)-8                                 | Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов                                                       |
| УК(У)-9                                 | Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи                                                                                                                                                                                |
| УК(У)-10                                | Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности                                                                                                                                                                                                                                                     |
| УК(У)-11                                | Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| ОПК(У)-1                                | Владение базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом экологических наук, обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию                                                                                                                  |
| ОПК(У)-2                                | Владение базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользования; методами химического анализа, знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли, экологии и эволюции |



|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                     | биосферы, глобальных экологических проблемах, методами отбора и анализа геологических и биологических проб, а также навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>ОПК(У)-3</b>                                     | Владение профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в общей геологии, теоретической и практической географии, общего почвоведения и использовать их в области экологии и природопользования                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>ОПК(У)-4</b>                                     | Владение базовыми общепрофессиональными (общэкологическими) представлениями о теоретических основах общей экологии, геоэкологии, экологии человека, социальной экологии, охраны окружающей среды                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>ОПК(У)-5</b>                                     | Владение знаниями основ учения об атмосфере, гидросфере, биосфере и ландшафтоведении                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>ОПК(У)-6</b>                                     | Владение знаниями основ природопользования, экономики природопользования, устойчивого развития, оценки воздействия на окружающую среду, правовых основ природопользования и охраны окружающей среды                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>ОПК(У)-7</b>                                     | Способность понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области экологии и природопользования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>ОПК(У)-8</b>                                     | Владение знаниями о теоретических основах экологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска, способностью к использованию теоретических знаний в практической деятельности                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>ОПК(У)-9</b>                                     | Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Профессиональные компетенции</b>                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Производственно-технологическая деятельность</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>ПК(У)-1</b>                                      | Способность осуществлять разработку и применение технологий рационального природопользования и охраны окружающей среды, осуществлять прогноз техногенного воздействия, знать нормативные правовые акты, регулирующие правоотношения ресурсопользования в заповедном деле и уметь применять их на практике                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>ПК(У)-2</b>                                      | Владение методами отбора проб и проведения химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований, обработки, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методами оценки воздействия на окружающую среду, выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия |
| <b>ПК(У)-3</b>                                      | Владение навыками эксплуатации очистных установок, очистных сооружений и полигонов и других производственных комплексов в области                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |



|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                              | охраны окружающей среды и снижения уровня негативного воздействия хозяйственной деятельности                                                                                                                                                                            |
| <b>ПК(У)-4</b>                               | Способность прогнозировать техногенные катастрофы и их последствия, планировать мероприятия по профилактике и ликвидации последствий экологических катастроф, принимать профилактические меры для снижения уровня опасностей различного вида и их последствий           |
| <b>ПК(У)-5</b>                               | Способность реализовывать технологические процессы по переработке, утилизации и захоронению твердых и жидких отходов; организовывать производство работ по рекультивации нарушенных земель, по восстановлению нарушенных агрогеосистем и созданию культурных ландшафтов |
| <b>ПК(У)-6</b>                               | Способность осуществлять мониторинг и контроль входных и выходных потоков для технологических процессов на производствах, контроль и обеспечение эффективности использования малоотходных технологий в производстве, применять ресурсосберегающие технологии            |
| <b>ПК(У)-7</b>                               | Владение знаниями о правовых основах природопользования и охраны окружающей среды, способностью критически анализировать достоверную информацию различных отраслей экономики в области экологии и природопользования                                                    |
| <b>Научно-исследовательская деятельность</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>ПК(У)-14</b>                              | Владение знаниями об основах земледования, климатологии, гидрологии, ландшафтоведения, социально-экономической географии и картографии                                                                                                                                  |
| <b>ПК(У)-15</b>                              | Владение знаниями о теоретических основах биогеографии, экологии животных, растений и микроорганизмов                                                                                                                                                                   |
| <b>ПК(У)-16</b>                              | Владение знаниями в области общего ресурсоведения, регионального природопользования, картографии                                                                                                                                                                        |
| <b>ПК(У)-17</b>                              | Способность решать глобальные и региональные геологические проблемы                                                                                                                                                                                                     |
| <b>ПК(У)-18</b>                              | Владение знаниями в области теоретических основ геохимии и геофизики окружающей среды, основ природопользования, экономики природопользования, устойчивого развития                                                                                                     |



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

Школа: Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки: 05.03.06 Экология и природопользование

ООП/ОПОП: Геоэкология

Отделение школы (НОЦ): Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП/ОПОП  
\_\_\_\_\_ Азарова С. В.  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы бакалавра

Обучающийся

| Группа | ФИО                          |
|--------|------------------------------|
| 2Г91   | Нестеренко Анастасия Юрьевна |

Тема работы:

|                                                                                                                   |                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Элементный состав антропогенных карбонатных отложений юго-восточной части Сибирской платформы (Иркутская область) |                        |
| Утверждена приказом директора (номер, дата)                                                                       | № 20-7/с от 20.01.2023 |

|                                          |                |
|------------------------------------------|----------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 30 мая 2023 г. |
|------------------------------------------|----------------|

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| Исходные данные к работе:                                              | Материалы научно-исследовательской работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов | Введение<br>Обзор литературы: антропогенные карбонаты и их использование в экогеохимии<br>Физико-географическая характеристика районов исследования<br>Материалы и методы<br>Особенности элементного состава антропогенных карбонатных отложений<br>Социальная ответственность<br>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение<br>Заключение<br>Список использованной литературы |
| Перечень графического материала                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Раздел                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение        | Криницына З.В.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Социальная ответственность                                             | Гуляев М.В.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |



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

|                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском языке:</b>   |
| Обзор литературы: антропогенные карбонаты и их использование в экогеохимии |
| Физико-географическая характеристика районов исследования                  |
| Материалы и методы                                                         |
| Особенности элементного состава антропогенных карбонатных отложений        |
| Социальная ответственность                                                 |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение            |

|                                                                                                 |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b> | 23.01.2023 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|

**Задание выдал руководитель:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                          | Подпись | Дата |
|--------|------------------------------|---------|------|
| 2Г91   | Нестеренко Анастасия Юрьевна |         |      |

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

|               |                              |
|---------------|------------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                   |
| 2Г91          | Нестеренко Анастасия Юрьевна |

|                                |                                        |                         |                                           |
|--------------------------------|----------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------|
| <b>Школа</b>                   | Инженерная школа<br>природных ресурсов | <b>Отделение</b>        | Отделение геологии                        |
| <b>Уровень<br/>образования</b> | Бакалавриат                            | <b>Направление/ООП/</b> | 05.03.06 Экология и<br>природопользование |

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.

*Тема:* Элементный состав антропогенных карбонатных отложений юго-восточной части Сибирской платформы (Иркутская область)

*Объект исследования:* пробы накипи

*Область применения:* экология

*Рабочая зона:* полевые условия, лаборатория (Учебный корпус №20 ТПУ, 5 этаж), учебная аудитория 439 учебного корпуса №20 ТПУ, 4 этаж

*Размеры помещения:* 10\*3 м

*Климатическая зона полевых условий:* континентальный климат.

*Количество и наименование оборудования рабочей зоны:* аналитические весы, агазовая ступка, ПК.

*Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:* подготовка проб накипи, упаковка для отправки на аналитические исследования.

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

#### 1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения/при эксплуатации

- специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;
- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

- ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования;
- ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования;
- РД 34.03.277-93. Типовая инструкция по охране труда для лаборанта химического анализа;
- Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда.

#### 2. Производственная безопасность:

- 2.1 Анализ потенциальных вредных и опасных производственных факторов
- 2.2 Обоснование мероприятий по снижению воздействия

#### Опасные факторы:

- опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека
- опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего: температурой и относительной влажностью воздуха, скоростью движения

|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                    | <p>(подвижностью) воздуха относительно тела работающего, а также с тепловым излучением окружающих поверхностей, зон горения, фронта пламени, солнечной инсоляции</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха (в том числе пониженной или повышенной ионизацией) и (или) аэрозольным составом воздуха.</li> </ul> <p><b>В частности, в полевых условиях:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— опасные и вредные производственные факторы, связанные с силами и энергией механического движения, в том числе: неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним, а также жала насекомых, зубы, когти, шипы и иные части тела живых организмов, используемые ими для защиты или нападения, включая укусы;</li> <li>— ударные волны воздушной среды.</li> </ul> <p><b>При работе с ПК:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— производственные факторы, связанные с повышенным уровнем ионизирующих излучений;</li> <li>— отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;</li> <li>— монотонность труда;</li> <li>— длительное сосредоточенное наблюдение.</li> </ul> <p><b>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:</b><br/>халат хлопчатобумажный, перчатки</p> |
| <p><b>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</b></p>                       | <p>Воздействие на литосферу: твердые коммунальные отходы<br/>Воздействие на гидросферу отсутствует.<br/>Воздействие на атмосферу: выбросы из вентиляционных систем лабораторного помещения</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации</b></p>            | <p>Возможные ЧС:<br/>Природные катастрофы (ураган, смерч и т.д.)<br/>Геологические воздействия (землетрясения, обвалы, оползни)<br/>Техногенные аварии (отказ систем безопасности, пожар)<br/>Наиболее типичная ЧС: пожар на рабочем месте</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p>Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                          | Подпись | Дата |
|--------|------------------------------|---------|------|
| 2Г91   | Нестеренко Анастасия Юрьевна |         |      |

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

Студенту:

|               |                              |
|---------------|------------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                   |
| 2Г91          | Нестеренко Анастасия Юрьевна |

|                            |                                            |                         |                                        |
|----------------------------|--------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------|
| <b>Школа</b>               | <b>Инженерная школа природных ресурсов</b> | <b>Отделение</b>        | <b>Отделение геологии</b>              |
| <b>Уровень образования</b> | Бакалавриат                                | <b>Направление/ООП/</b> | 05.03.06 Экология и природопользование |

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

|                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | Использование информации, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах и изданиях, нормативно-правовых документах.<br>Нормы расхода материалов - согласно сборнику сметных норм на геологоразведочные работы, выпуск 2 «Геолого-экологические работы». |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

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

|                                                                                                                                    |                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения | Проведение предпроектного анализа.<br>Описание потенциального потребителя.                                 |
| 2. Планирование и формирование бюджета научных исследований                                                                        | Описание целей и требований проекта.<br>Составление календарного плана проекта.<br>Определение бюджета НИ. |
| 3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования        | Проведение оценки экономической эффективности исследования.                                                |

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

|                    |
|--------------------|
| 1. Диаграмма Ганта |
|--------------------|

|                                                                                    |  |
|------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком</b> |  |
|------------------------------------------------------------------------------------|--|

**Задание выдал консультант по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

|                  |                          |                               |                |             |
|------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| <b>Должность</b> | <b>ФИО</b>               | <b>Ученая степень, звание</b> | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
| Доцент ОСГН      | Криницына Зоя Васильевна | К.Т.Н                         |                |             |

**Задание принял к исполнению студент:**

|               |                              |                |             |
|---------------|------------------------------|----------------|-------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                   | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
| 2Г91          | Нестеренко Анастасия Юрьевна |                |             |



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

Школа: Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки: 05.03.06 Экология и природопользование

ООП/ОПОП: Геоэкология

Отделение школы (НОЦ): Отделение геологии

Период выполнения: (весенний семестр 2022/2023 учебного года)

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

Обучающийся

| Группа | ФИО                          |
|--------|------------------------------|
| 2Г91   | Нестеренко Анастасия Юрьевна |

Тема работы

|                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Элементный состав антропогенных карбонатных отложений юго-восточной части Сибирской платформы (Иркутская область)</i> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                            |            |
|--------------------------------------------|------------|
| Срок сдачи обучающимся выполненной работы: | 30.05.2023 |
|--------------------------------------------|------------|

| Дата контроля | Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)                      | Максимальный балл раздела (модуля) |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 23.02.2023    | Обзор литературы: антропогенные карбонаты и их использование в экогеохимии | 15                                 |
| 15.03.2023    | Физико-географическая характеристика районов исследования                  | 15                                 |
| 01.04.2023    | Материалы и методы                                                         | 20                                 |
| 15.05.2023    | Особенности элементного состава антропогенных карбонатных отложений        | 30                                 |
| 20.05.2023    | Социальная ответственность                                                 | 10                                 |
| 27.05.2023    | Финансовый менеджмент                                                      | 10                                 |

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

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

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП/ОПОП**

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

**Обучающийся**

| Группа | ФИО                          | Подпись | Дата |
|--------|------------------------------|---------|------|
| 2Г91   | Нестеренко Анастасия Юрьевна |         |      |

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа бакалавра 87 с., 19 рис., 28 табл., 58 источников.

Ключевые слова: экология, окружающая среда, элементный состав, накипь, антропогенные карбонаты.

Объектом исследований являются антропогенные карбонатные отложения.

Предмет исследования – элементный состав антропогенных карбонатных отложений

Цель выпускной квалификационной работы – выявление геохимических особенностей антропогенных карбонатных отложений, сформированных под влиянием комплекса природных и антропогенных факторов на территории трех участков в пределах юго-восточной части Сибирской платформы.

Основой работы являются 104 пробы накипи, отобранные на территории 7 административных районов Иркутской области. Пробы были проанализированы инструментальным нейтронно-активационным методом на содержание 28 химических элементов (Na, Ca, Sc, Cr, Fe, Co, Zn, As, Br, Rb, Sr, Ag, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf, Ta, Au, Th, U).

Результаты лабораторных анализов обработаны с помощью программ: Microsoft Excel, Statistica.

Полученные результаты могут быть полезны для:

- 1) будущих исследований в области эколого-геохимической оценки территорий;
- 2) разработки природоохранных мероприятий.

В будущем планируется продолжение обучения по выбранному направлению.

## Содержание

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| Введение .....                                                    | 5  |
| 1 Антропогенные карбонаты и их использование в экогеохимии .....  | 7  |
| 2 Физико-географическая характеристика районов исследования ..... | 12 |
| 2.1 Средняя часть бассейна р. Ангара (Чунский район) .....        | 12 |
| 2.1.1 Климатические условия .....                                 | 12 |
| 2.1.2 Рельеф .....                                                | 13 |
| 2.1.3 Геологические и гидрогеологические условия .....            | 13 |
| 2.1.4 Гидрографические условия .....                              | 15 |
| 2.1.5 Почвенный покров, флора и фауна .....                       | 15 |
| 2.2 Верхняя часть бассейна р. Ангара .....                        | 16 |
| 2.2.1 Климатические условия .....                                 | 16 |
| 2.2.2 Рельеф .....                                                | 16 |
| 2.2.3 Геологические и гидрогеологические условия .....            | 16 |
| 2.2.4 Гидрографические условия .....                              | 17 |
| 2.2.5 Почвенный покров, флора и фауна .....                       | 17 |
| 2.3 Геохимические особенности .....                               | 18 |
| 2.4 Геоэкологические особенности .....                            | 20 |
| 3 Материалы и методы .....                                        | 21 |
| 3.1 Отбор проб .....                                              | 21 |
| 3.2 Пробоподготовка .....                                         | 21 |
| 3.3 Аналитические методы .....                                    | 22 |
| 3.4 Методика обработки аналитической информации .....             | 22 |

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4 Особенности элементного состава антропогенных карбонатных отложений .....                          | 24 |
| 4.2 Геохимические особенности антропогенных карбонатных отложений в пределах изученных районов ..... | 30 |
| 4.2.1 Средняя часть бассейна р. Ангара (Чунский район) .....                                         | 30 |
| 4.2.2 Верхняя часть бассейна р. Ангара (участок «Правобережье») .....                                | 35 |
| 4.2.3 Верхняя часть бассейна р. Ангара (участок «Левобережье») .....                                 | 40 |
| 4.3 Сравнительный анализ элементного состава карбонатных отложений вод изученных территорий .....    | 44 |
| 5 Социальная ответственность .....                                                                   | 51 |
| Введение .....                                                                                       | 51 |
| 5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....                                | 51 |
| 5.2 Производственная безопасность .....                                                              | 53 |
| 5.3 Экологическая безопасность .....                                                                 | 55 |
| 5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....                                                      | 56 |
| 6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ...                                | 58 |
| Введение .....                                                                                       | 58 |
| 6.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....                                         | 58 |
| 6.2 Цели и результаты проекта .....                                                                  | 59 |
| 6.3 Организационная структура проекта .....                                                          | 59 |
| 6.4 Иерархическая структура работ проекта .....                                                      | 60 |
| 6.5 Календарный график Ганта .....                                                                   | 60 |
| 6.6 Составление технического плана .....                                                             | 62 |
| 6.7 Расчет времени труда .....                                                                       | 63 |
| 6.8 Расчет заработной платы исполнителей работ .....                                                 | 64 |

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| 6.9 Расчет затрат на материалы .....                          | 65 |
| 6.10 Расчет амортизационных отчислений .....                  | 66 |
| 6.11 Общий расчет сметной стоимости проектируемых работ ..... | 66 |
| Заключение .....                                              | 68 |
| Список литературы .....                                       | 70 |

## **Введение**

**Актуальность исследования.** Вода является главной составляющей для обеспечения нормального функционирования организма человека. Вода необходима для большинства химических реакций, происходящих в клетках организмов, а также его терморегуляции (Круглов, 2013). В связи с этим очень важно знать качество потребляемой воды.

В отношении воды, подаваемой системами водоснабжения и предназначенной для потребления людьми в питьевых, бытовых и производственных целях установлены санитарные правила, регламентирующие гигиенические требования к качеству воды (СанПиН 2.1.3684-21, ГН 2.1.5.3396-16, СанПиН 1.2.3685-21 и др.)

Одним из косвенных индикаторов качества воды являются антропогенные карбонатные отложения, формирующиеся при кипячении воды в бытовых условиях.

**Цель выпускной квалификационной работы** – выявление геохимических особенностей антропогенных карбонатных отложений, сформированных под влиянием комплекса природных и антропогенных факторов на территории трех участков в пределах юго-восточной части Сибирской платформы.

### **Задачи:**

- изучить научную литературу по предмету исследования;
- произвести отбор и подготовку проб к аналитическим исследованиям;
- провести аналитические исследования (инструментальный нейтронно-активационный анализ);
- обработать полученные аналитические данные;
- сделать анализ и интерпретировать полученные результаты.

**Объектом исследований** являются антропогенные карбонатные отложения.

*В работе используются термины «антропогенные карбонатные отложения», «накипь», «антропогенные карбонаты», которые являются синонимами.*

**Предмет исследования** – элементный состав антропогенных карбонатных отложений.

**Работы проведены** в пределах юго-восточной части Сибирской платформы, в административном отношении приуроченной к территории 6 административных районов Иркутской области (Чунский, Боханский, Осинский, Аларский, Нукутский, Балаганский)

**Научная новизна работы:**

- впервые получены результаты по элементному составу антропогенных карбонатных отложений (накипи) на территории Чунского района Иркутской области;
- исследованы особенности элементного состава накипи на территории трех разнородных физико-географических районов юго-восточной части Сибирской платформы;
- выявлены ведущие факторы формирования элементного состава антропогенных карбонатных отложений на исследуемой территории.

**Практическая значимость работы:**

- полученные данные могут быть использованы в научных работах других учебных заведений;
- полученные данные могут быть использованы для разработки природоохранных мероприятий;
- полученные данные могут быть использованы для выявления источников воздействия на объекты питьевого водоснабжения.

## **1 Антропогенные карбонаты и их использование в экогеохимии**

На формирование химического состава природных вод, используемых в питьевых целях, оказывает влияние ряд факторов: геологические (особенности геологического строения территории, тектонические структуры, химический состав вмещающих пород), физико-географические (климат, рельеф территории, гидрология), физико-химические (химические свойства элементов, pH и Eh условия, растворимость химических соединений), физические (давление и температура), а также огромный вклад привносит антропогенное загрязнение (Каюкова, 2017; Коган, 2011; Шварцев, 1996).

Изучение химического состава воды является одной из важнейших задач, решение которых осуществляется в рамках эколого-геохимических исследований.

Вопросы эколого-геохимической оценки состояния территорий как не затронутых антропогенной деятельностью, так и подвергающихся интенсивной техногенной нагрузке в настоящее время приобретают всё наибольшую актуальность. В свою очередь, оценка качества воды является неотъемлемой частью этих исследований (Монголина, Барановская, 2011; Соктоев, 2014).

Одной из основных качественных характеристик качества воды является жесткость. Жесткость воды обуславливается содержанием в ней растворённых солей щёлочноземельных металлов, главным образом кальция, магния и железа (Присяжнюк, 2003). С данным параметром напрямую связан физико-химический процесс накипеобразования, обилием которого характеризуется вода с повышенным или высоким показателем жёсткости (Соктоев, 2014; Арынова, Рихванов, 2015).

Образование накипи по своей физико-химической природе является сложным процессом, протекающим под влиянием ряда факторов, определяющих кинетику процесса: температура, гидродинамика, состав воды и другие (Жабин, 1975).

Основным условием образования твердой фазы определенного вещества в воде является пересыщение по этому соединению, которое зависит от произведения растворимости (ПР). Главными катионами, содержащимися в природной воде, являются  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{+}$ , анионами –  $\text{HCO}_3^{-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^{-}$ .

Преимущественное образование  $\text{CaCO}_3$  в теплообменной аппаратуре обусловлено наличием в природной воде (pH – 7,0-7,8) бикарбонатов как основной углекислотной составляющей. При росте температуры изменяются константы диссоциации химических соединений и воды, а также коэффициентов активности. В результате изменения констант диссоциации происходит так называемое термическое разложение бикарбонатов и появление в растворе иона  $\text{CO}_3^{2-}$ .

Опытным путем выявлено, что процесс образования накипи протекает в несколько стадий:

1 стадия – возникновение зародышей. Под зародышем понимается минимальное количество новой фазы, способное к самостоятельному существованию. По разным исследованиям в качестве таковых могут выступать аморфные частицы (Christiansen, Nielsen, 1951) или очень маленькие кристаллы (Странский, Каишев, 1939);

2 стадия – рост зародышей до критического размера, при котором зародыш становится устойчивым;

3 стадия – дальнейший рост зародышей, или собственно кристаллизация (рисунок 1).

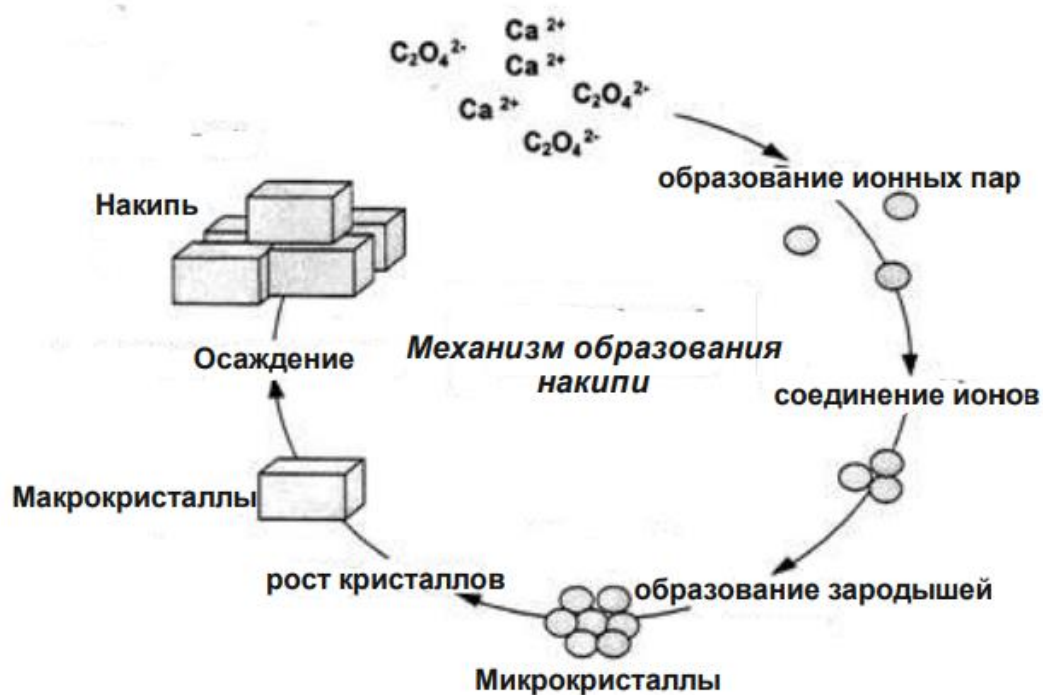


Рисунок 1 – Схема образования солевых отложений (накипи) (Duggirala et al., 2005)

Отложения накипи активно изучают в различных отраслях науки. Изучение накипи, образующейся в системах водоснабжения на разных этапах эксплуатации является насущной темой, вызывающей интерес во всем мире. Огромная часть научных работ посвящена методам очистки оборудования от накипных отложений (Лапотышкина, 1982; Скоробогатов и др., 2012; Телеснецкий, 1969; Candeais et al., 2014; Assessment ..., 2010; Lytle et al., 2014; Peng et al., 2010). Перечисленные работы направлены на определение состава накипи для разработки процессов очистки оборудования (трубопроводов, котлов, водозаборов). Для использования в области экологии и экогеохимии данные этих исследований недостаточно обстоятельны и информативны.

Антропогенные карбонатные отложения, которые образуются в бытовой нагревательной посуде, исследуются как косвенный индикатор качества природной воды и являются объектом эколого-геохимических исследований, начиная с 90-х годов XX века.

Ранними исследованиями на территории Томской области (Язиков и др., 2004, 2006; Рихванов, 2011) установлено, что одним из объективных показателей качества воды является состав ее солевых отложений (накипи), образующихся на стенках теплообменных аппаратов. В частности, установлено, что состав накипи из бытовой нагревательной посуды (чайников, кастрюль) отражает присутствие в составе воды большого ряда химических элементов, в том числе редкоземельных элементов, тяжелых металлов, лантаноидов в повышенных концентрациях, что приводит к их осаждению в процессе кипячения.

Более чем 30-летние исследования (Язиков и др., 2004, 2009; Tarkhaeva et al., 2010; Монголина и др., 2011; Соктоев и др., 2014, Робертус, 2014) показывают, что данные отложения, могут характеризовать качественный состав воды на протяжении длительного времени, это связано с значительным временным промежутком процесса образования накипи (от нескольких недель до нескольких лет).

Элементный состав солевых отложений (накипи) в целом согласуется с химическим составом подземных вод, используемых в питьевых целях, которые, в свою очередь, наследуют основные черты вещественного состава водовмещающих пород. Исследователи связывают это с тем, что элементный состав карбонатных отложений (накипи) формируется под влиянием тех же природных и антропогенных факторов.

В данном случае в качестве природных факторов формирования элементного состава отложений выступают:

- месторождения и рудопроявления (Монголина, 2011);
- геохимически специализированные комплексы горных пород (Соктоев, 2014);
- особенности геологического строения территорий (Соктоев, 2014).

В качестве антропогенных факторов могут выступать:

- промышленные предприятия (Смирнова и др., 2010);
- сельское хозяйство (средства полива и удобрения);
- бытовые сточные воды.

Также существует ряд исследований, посвящённых установлению взаимосвязи химического состава крови человека и накипи, образованной в результате кипячения употребляемой им воды. Исследования показывают, что элементный состав крови и накипи коррелирует, что дает возможность утверждать о их прямой взаимосвязи (Барановская, 2011). Показатели накопления элементов в накипи могут быть использованы для уточнения геохимической специализации водовмещающих образований, а ее химический состав – как индикатор качества питьевых вод (Кац, 2006; Монголина, 2011, Соктоев и др., 2012).

## **2 Физико-географическая характеристика районов исследования**

Исследования проводились в пределах юго-восточной части Сибирской платформы, условно территория исследования была разделена на 3 района исследования:

1 – средняя часть бассейна реки Ангара, в административном отношении – Чунский район.

2 – верхняя часть бассейна реки Ангара, был разделен на два участка, далее в работе «Правобережье» и «Левобережье». Район правобережья приурочен к Боханскому и Осинскому административным районам Иркутской области, расположенным в юго-восточной части региона. Левобережье - Балаганский, Нукутский, Аларский административные районы.

### **2.1 Средняя часть бассейна р. Ангара (Чунский район)**

Чунский район расположен на северо-западе Иркутской области. На севере район граничит с Красноярским краем, на северо-востоке с Братским и Усть-Илимским районами, на юге с Нижнеудинским районом, на юго-западе и западе с Тайшетским районом Иркутской области.

#### **2.1.1 Климатические условия**

Климат резко континентальный, характеризуется резкими колебаниями суточных и годовых температур воздуха, суровой, продолжительной зимой и жарким коротким летом.

Средняя температура в январе  $-19^{\circ}\text{C}$ , в июле  $+18^{\circ}\text{C}$ ; среднегодовое число осадков 407,7 мм, число дней со снежным покровом 176, продолжительность безморозного периода – 70-80 дней. В декабре температура достигает до  $-53^{\circ}\text{C}$ , летом  $+37^{\circ}\text{C}$ . Амплитуда колебания её составляет в среднем  $85^{\circ}\text{C}$ . Продолжительность безморозного периода наиболее велика в долине р. Чуна (90-94 дня), где последний весенний и первый осенний заморозки приходятся на начало июня и сентября.

Годовое количество осадков составляет от 377 до 478 мм, 75-80 % годовой суммы осадков фиксируется в июле-августе, минимум – в марте. Высота снежного покрова достигает 40-50 см. Многолетняя мерзлота мощностью до 15 м распространена в виде редких островов и линз в днищах распадков, падей, на заболоченных участках долин.

### **2.1.2 Рельеф**

Район представляет собой невысокое плато со средними абсолютными высотами 400-450 м. Основная часть территории области имеет рельеф, с незначительным уклоном к северу и северо-западу. Минимальные абсолютные высоты отмечаются в долине р. Чуны. Относительные высоты колеблются в пределах 200- 300 м.

### **2.1.3 Геологические и гидрогеологические условия**

Поскольку основные источники водоснабжения приурочены к отложениям четвертичного возраста, наиболее подробно в работе представлено описание четвертичной системы.

Четвертичные отложения на территории района распространены почти повсеместно, но обычно не обладают большой мощностью. Среди них можно выделить следующие генетические типы: элювиальные, элювиально-делювиальные, аллювиальные, озерно-болотные и эоловые отложения. Согласно унифицированной стратиграфической легенде четвертичная система расчленяется на нижний, средний, верхний и современные отделы.

#### *Нижний отдел ( $Q_1$ )*

К нижнему отделу предположительно отнесены отложения комплекса террас р. Чуны высотой 40-45 и 60-70 м. Такие террасы имеются в озеровидных расширениях долины р. Чуны. Они сложены мелко- чаще тонкозернистыми песками.

В основании разреза иногда залегают прослои галечников.

#### *Средний отдел ( $Q_2$ )*

К среднему отделу отнесены аллювиальные отложения террас высотой 40-45 и 18-20 м. Эти террасы сохранились в виде отдельных изолированных

пятен на многих реках описываемого района. В основании разреза залегают прослои галечников мощностью 60-70 см. В них резко преобладают устойчивые к выветриванию породы - кварц, кварциты, кремний, реже песчаники. В составе тяжелой фракции аллювия довольно много граната.

Отложения данных террас отнесены к среднему плейстоцену.

#### *Верхний отдел ( $Q_3$ )*

К верхнему отделу четвертичной системы условно отнесены отложения террас высотой 8-10 и 12-14 м. Эти террасы в большинстве своем являются цокольными и лишь местами перекрыты небольшим чехлом аллювия (мощностью до 2 м, реже больше). Аллювий представлен здесь преимущественно мелкозернистыми коричневато-бурыми песками (реже суглинками) с прослоями и линзами галек.

В ордовикских образованиях преобладают глинистые компоненты, такие как аргиллиты, алевролиты и мергели. Нижнесилурийские отложения включают слабо сцементированные песчаники, мергели, доломиты, которые сверху покрываются алевролитами и аргиллитами.

На палеозойских толщах обнаруживаются озерно-континентальные отложения юрского возраста, состоящие из песчаников, аргиллитов, алевролитов и конгломератов. Изверженные породы трапповой формации пересекают территорию района от запада к востоку и занимают обширные площади в правобережной части Чуны.

В юго-западной части района обнажается верхняя часть **Братской свиты**, относящейся к верхнему ордовикскому периоду, представленной часто чередующимися песчаниками, алевролитами, аргиллитами, реже карбонатными породами, при явном преобладании алевролитов. Окраска пород красно-бурая, реже серо-зеленая.

Цвет песчаников светло-серый, желтоватый и серо-зеленый, состав кварцевый, песчаники часто мелкозернистые с алевроитовой примесью. Для песчаников характерны косая слоистость, трещины усыхания и

псевдоморфозы глинистого вещества по каменной соли. Цемент песчаников карбонатный.

Алевролиты братской свиты имеют красно-бурую и кирпично-красную пятнистую окраску. По составу обломочных зерен они полевошпатово-кварцевые и кварцевые, кварц присутствует в количестве 45-50%. Второстепенное место занимают полевой шпат, мусковит, обломки пород, карбонаты. Цемент алевролитов карбонатный, гидрослюдистый, карбонатно-гидрослюдистый, глинисто-карбонатный, гидрослюдисто-лимонитовый.

Аргиллиты присутствуют в виде маломощных прослоев и имеют подчиненное значение. Цвет их также красно-бурый или серо-зеленый.

Гидрогеологические условия этого района связаны с формированием и развитием речных долин и водоносных горизонтов. В районе преобладает разнообразие геологических и гидрогеологических формаций. Верхний слой земли состоит из речных отложений, включающих пески, гравий и илы. Глубже располагаются породы, такие как песчаники, алевролиты и глины. Ниже находятся залегающие водоносные горизонты, включающие трещиноватые породы и карбонатные пласты. Водоносными горизонтами являются преимущественно трещиноватые зоны в породах, которые способны пропускать и задерживать подземные воды.

#### **2.1.4 Гидрографические условия**

Территория пересекается р. Чуной (Уда) и дренируется ее притоками. Русло реки Чуна имеет извилистую форму и усложнено протоками, старицами, а также многочисленными островами и косами. Ее ширина составляет от 300 до 400 метров, а глубина достигает 2,3 метра. В начале июля, в период таяния снегов в Восточном Саяне, откуда начинается река Чуна, часто возникают сильные наводнения.

#### **2.1.5 Почвенный покров, флора и фауна**

По характеру лесного покрова район относится к таежной зоне. Почвы подзолистые, дерново-подзолистые, дерново-лесные, мерзлотно-луговые.

На водоразделах, сложенных траппами или песчаниками, и на сухих террасах распространены сосновые леса. На водоразделах, сложенных глинистыми породами, и на склонах, обращенных к северу и северо-востоку, распространена сосново-лиственничная тайга с примесью кедра, ели, березы и осины.

Заболоченные низкие террасы р. Чуны, а также высокие пойменные участки ее притоков, покрыты елово-березовым лесом.

Долину р. Чуны можно отнести к полосе лесостепной зоны. Значительная часть ее занята пашнями и сенокосными угодьями.

Достаточно богат животный мир (лось, соболь, белка, горноста́й, колонок, выдра, барсук, заяц, лиса, медведь, волк и др.). Много полезных и лекарственных трав, грибов и ягод (Атлас, 2014).

## **2.2 Верхняя часть бассейна р. Ангара**

### **2.2.1 Климатические условия**

Климат верхней части бассейна реки Ангара резко-континентальный с суровой, продолжительной, сухой зимой и сравнительно тёплым летом. Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом составляет 145-160 дней. Среднемесячные температуры января колеблются от – 22,9° до – 26,8°С. Застой холодного воздуха в зимнее время в пониженных формах рельефа приводит к температурным инверсиям. Температура воздуха в июле составляет в среднем 17-18°С. Абсолютный максимум температур достигает 38°С, а абсолютный минимум - 58°С.

Средняя высота растительного покрова на открытых участках составляет 25-30 см, а на защищенных - 30-40 см. Общее количество осадков в среднем за год составляет 381 мм. Большая часть осадков (68,7%) выпадает в период с июня по сентябрь (248 мм).

### **2.2.2 Рельеф**

Согласно геоморфологическому районированию, данный район находится в пределах Ангаро-Ленинской плоской возвышенности. Рельеф этой области характеризуется увалисто-холмистой формой и имеет

многочисленные глубокие долины рек, межувальные крутые склоны и распадки.

### **2.2.3 Геологические и гидрогеологические условия**

Геологическое строение территории района характеризуется сплошным распространением древних осадочных пород верхнекембрийского возраста.

Основными почвообразующими породами служат продукты выветривания и переотложения юрских, кембрийских и четвертичных пород. Они представлены желто-серыми слабосцементированными кварц-палево-шпатовыми песчаниками, углистыми глинами. Широко распространены на территории района залежи известняка, доломитов, имеются угольные месторождения. Из полезных ископаемых на территории района широко распространены залежи угля, известняка, доломитов.

Грунтовые воды обладают гидрокарбонатным и сульфатным засолением с минерализацией до 1,0 г/л. Основным источником питания поверхностных и подземных вод – атмосферные осадки. Следует отметить, что на территории района присутствуют источники минеральной воды, а также ключи с небольшим содержанием сероводорода.

### **2.2.4 Гидрографические условия**

По гидрологическому районированию данная территория относится к маловодному региону с частичным заболачиванием, где реки получают питание как от снега, так и от дождя. Важнейшими реками района являются Ангара, Оса и Обуса со своими притоками. Водоразделы района характеризуются сглаженной, выровненной поверхностью, а склоны увалов могут быть как пологими, так и крутыми.

### **2.2.5 Почвенный покров, флора и фауна**

Почвы района представлены серыми, буроземами, дерново-подзолистыми, подбурами, дерново-подбурами, темногумусовыми типичными, темногумусовыми глинисто-иллювирированными, перегнойно-темногумусовыми, чернозёмами типичными, черноземами глинисто-иллювиальными и аллювиальными почвами.

В районах вершин и склонов увалов распространены дернисто-подзолистые, светло-серые и серые лесные почвы, днища падей, подножья склонов и ложбин заняты лугово-черноземными почвами и чернозёмами. Дернисто-подзолистые, светло-серые и серые лесные почвы приурочены к вершинам и склонам увалов. Днища падей, подножье склонов, ложбин заняты лугово-черноземными почвами и черноземами.

Около 76% территории района покрыто лесами. Большие лесные массивы сосредоточены в северной и северо-восточной частях района. Леса преимущественно расположены на вершинах и склонах увалов. В состав растительности лесов в основном входят сосна, реже лиственница, береза и осина. В пониженных районах пойм рек и на днищах долин распространена ель или пихта. Подлесок состоит из кустарниковых пород, таких как багульник, шиповник, жимолость и смородина. Животный мир в основном представлен косулями, лисицами, зайцами, барсуками. В тайге на севере района, а также в предгорье Саян можно встретить медведей, волков и росомых. Из птиц — журавли, цапли, тетерева, глухари, утки, чайки и др. Основной вид промысловой рыбы — карась (Атлас, 2014).

### 2.3 Геохимические особенности

Всего в пределах Иркутской области выделены семь геохимических провинций, 13 геохимических областей и зон и 21 геохимический район. Исследуемые территории относятся к **Восточносибирской литофильно-халькофильной геохимической провинции** (рисунок 2).

**Восточносибирская литофильно-халькофильная геохимическая провинция** в геотектоническом аспекте совпадает с южной частью Сибирской платформы и подразделяется на 3 геохимические области (зоны).

Предсаянская литофильная область (I–1) геотектонически совпадает с одноименным юрским прогибом. Геохимических районов в ее пределах не выявлено, она является угленосным бассейном. Ангаро–Ленская литофильно-халькофильная область (I–2) включает большую часть Восточносибирской провинции и подразделяется на Ангаро–Илимский

сидерофильно–литофильный железорудный (I–2–1), Верхоленский литофильно–халькофильный литий–медно–полиметаллический (I–2–2) и Ленский сидерофильно–литофильный железо–фосфор–калиеносный (I–2–3) районы. Илимский район включает территорию распространения отложений силур–девонского возраста и траппов триассового возраста. Верхоленский район приурочен к выходу на поверхность кембрийских и раннеордовикских отложений, а Ленский – к отложениям среднего и позднего ордовика.

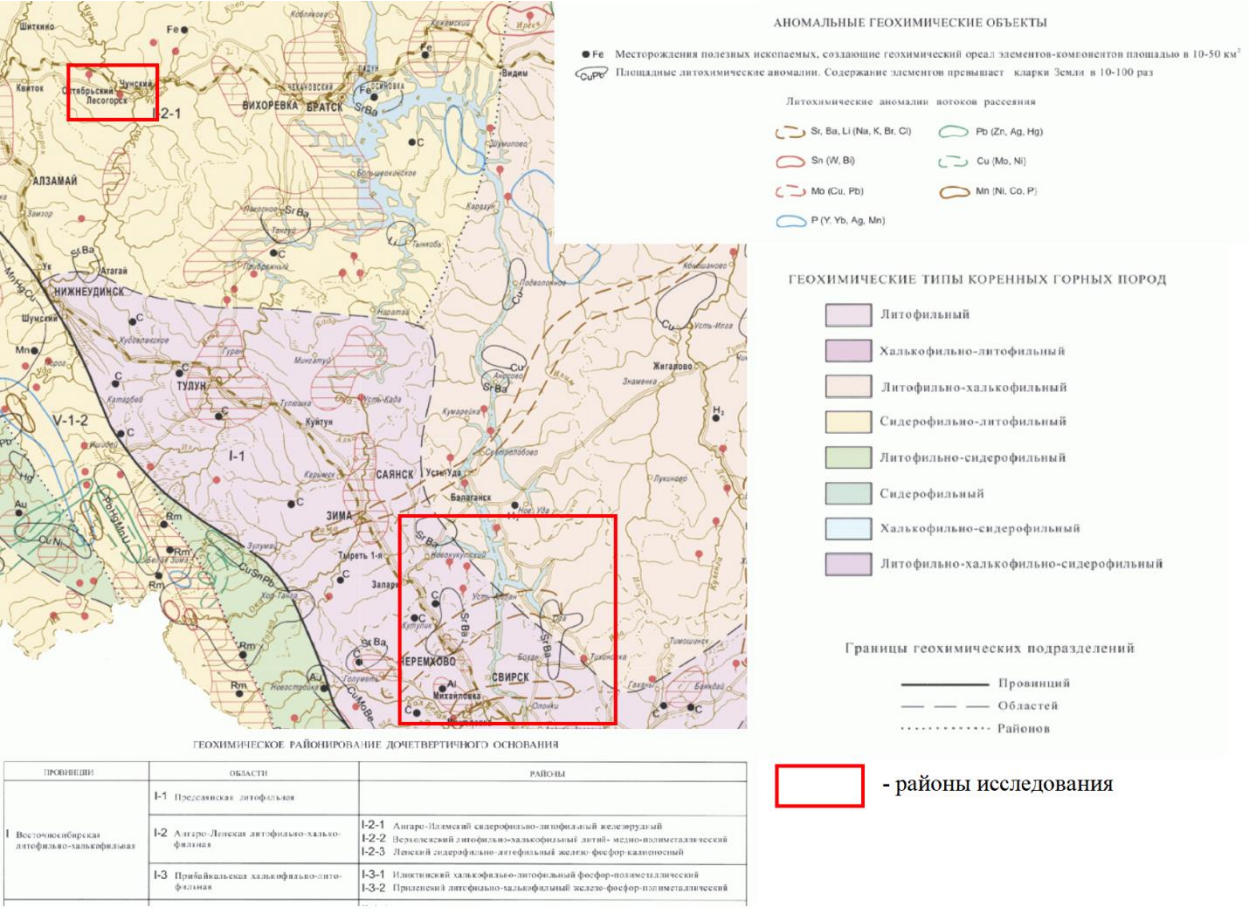


Рисунок 2 - Геохимическое районирование Иркутской области (Атлас 2004 г., с дополнениями автора)

Прибайкальская халькофильно–литофильная область (I–3) в геотектоническом плане совпадает с одноименным прогибом и подразделяется на Иликтинский халькофильно–литофильный фосфор–полиметаллический (I–3–1) и Приленский литофильно–халькофильный железо–фосфор–полиметаллический (I–3–2) районы. Граница между районами проведена условно (Атлас, 2014).

## 2.4 Геоэкологические особенности

Районы исследования по степени освоенности характеризуются как аграрно-промышленные. Среди отраслей промышленности, развитых на территории – в основном лесная, деревообрабатывающая. Крупные предприятия целлюлозно-бумажной, металлургической, машиностроительной, нефтехимической отрасли расположены в южной и юго-восточной части Иркутской области сосредоточена вокруг двух крупных городов: Иркутска и Улан-Удэ и не оказывают значительного воздействия на исследуемые территории.

Главной экологической проблемой на территории Чунского района является наличие огромного количества несанкционированных свалок. В связи с нехваткой мест размещения отходов, распространена практика их размещения в местах неорганизованного складирования, что представляет большую опасность химического и биологического загрязнения окружающей среды. Основными направлениями сельского хозяйства являются животноводство и выращивание зерновых и кормовых культур. На территории участка «Правобережье» сельское хозяйство является ведущей системообразующей сферой экономики района. Существенное загрязнение водоемов, воздуха и почв, деградация земель, накопление твердых бытовых и промышленных отходов, уменьшение площади зеленых насаждений в муниципальных образованиях представляют опасность для окружающей среды и здоровья населения. Ведущими загрязнителями атмосферного воздуха являются объекты деревообрабатывающей промышленности и транспорт. Кроме промышленных предприятий, на территории региона участков исследования известно место проведения ПЯВ «Рифт-3», произведенного для изучения геологического строения территории. Ранними исследованиями было доказано, что последствия взрывов имеют локальный характер и проявляются на территории участка «Правобережье» в окрестностях населенных пунктов Борохал и Обуса (Тапхаева и др., 2011, Соктоев, 2011).

### 3 Материалы и методы

#### 3.1 Отбор проб

На территории приуроченной к верхнему течению реки Ангара (участки «Правобережье» и «Левобережье») отбор проб проводился сотрудниками отделения геологии ИШПР совместно со специалистами из Бурятского государственного университета. Было отобрано 85 проб на территории 5 административных районов Иркутской области (Боханский, Осинский, Аларский, Нукутский, Балаганский).

На территории Чунского района отбор проб накипи проводился автором в течение августа 2021 года. Всего было отобрано 19 проб. Населенные пункты, на территории которых проводился отбор проб представлены на рисунке 3.

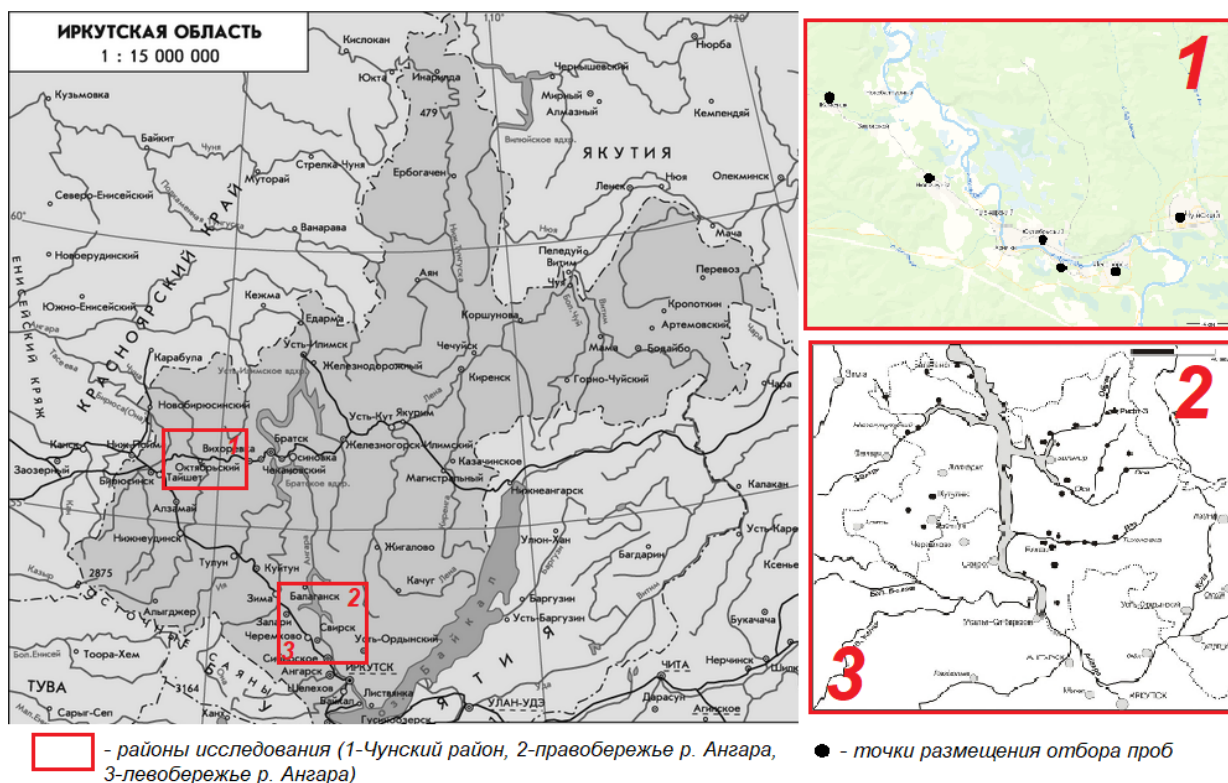


Рисунок 3 – Карта-схема размещения точек отбора проб антропогенных карбонатных отложений на территории Иркутской области

#### 3.2 Пробоподготовка

Пробы предварительно просушивались при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния, после чего пробы истирались в специальных агатовых ступках до состояния пудры.

Далее пробы фасовались по 100 мг и упаковывались в пакетики из фольги (3х3 см) для отправки на аналитические исследования методом инструментально нейтронно-активационного анализа (ИНАА).

### **3.3 Аналитические методы**

Инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА) – современный высокочувствительный вид анализа, является эффективным для определения редких, редкоземельных и радиоактивных элементов.

С помощью этого метода определялось содержание 28 элементов (Na, Ca, Sc, Cr, Fe, Co, Zn, As, Br, Rb, Sr, Ag, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf, Ta, Au, Th, U) в аккредитованной ядерно-геохимической лаборатории с облучением тепловыми нейтронами на исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т ТПУ (аналитик - А.Ф. Судыко).

Данный метод основан на регистрации излучения радиоактивных нуклидов, образующихся при облучении исследуемых проб потоком нейтронов. Одновременно с исследуемыми пробами в тех же условиях облучались и стандартные образцы. Плотность потока тепловых нейтронов в канале облучения составляла  $2 \cdot 10^{13}$  нейтр./( $\text{см}^2 \cdot \text{с}$ ). Продолжительность облучения проб 20 часов. Измерение производилось на многоканальном анализаторе импульсов АМА 02Ф с полупроводниковым Ge-Li детектором ДГДК-63А.

Определение содержаний химических элементов производилось путём сравнения интенсивностей излучения проб и стандартных образцов в выбранных энергетических интервалах спектрометра. После окончания облучения пробы выдерживались некоторое время и после спада наведенной активности направлялись на анализ.

### **3.4 Методика обработки аналитической информации**

Для обработки и интерпретации данных, полученных в результате аналитических исследований использовались такие программы, как использованием таких программ, как: «Microsoft Office Excel 2013», «Statistica».

Описательная статистика была произведена для обработки эмпирических данных, их систематизацией, наглядным представлением в форме графиков и таблиц. Основными статистическими показателями в представленной работе являются значения медианы, минимума, максимума.

Для оценки особенностей элементного состава использовались следующие эколого-геохимические показатели:

– *коэффициент концентрации;*

Расчёт коэффициента концентрации (КК) производился по формуле:

$$KK=C/C_{\phi}$$

где КК – коэффициент концентрации,

С – содержание элемента в пробе;

С<sub>ф</sub> – фоновое значение содержания элемента;

В качестве фоновых содержаний принимались: кларк осадочных карбонатных пород (Григорьев, 2009), состав накипи из воды озера Байкал (Соктоев, 2012) и медианное значение по всей выборке.

– *геохимические ряды;*

Геохимические ряды использовались для выявления геохимической специализации. Построение геохимического ряда ассоциации элементов проводилось по убыванию коэффициентов концентрации.

– *двойные и тройные диаграммы;*

Двойные графики были построены в программе Microsoft Office Excel 2013, тройные – в программном комплексе «Statistica».

– *парная корреляция.*

Парная корреляции были рассчитаны на основе коэффициентов Спирмена в программном комплексе «Statistica».

## **5 Социальная ответственность**

### **Введение**

Целью данной работы является выявление геохимических особенностей антропогенных карбонатных отложений, сформированных под влиянием комплекса природных и антропогенных факторов на территории трех участков в пределах юго-восточной части Сибирской платформы.

Иркутская область является субъектом Российской Федерации, входит в состав Восточно-Сибирского экономического района.

В данной главе будут рассматриваться основные факторы риска, при выполнении данного проекта, а также условия труда в учебных корпусах и лабораториях ТПУ.

Рабочее место располагается в корпусе №20 Томского Политехнического Университета на 5 этаже. Лаборатория имеет как естественное, так и искусственное освещение. Длина помещения 10 м, ширина 3 м. Помещение предназначено для работы с исследуемыми образцами проб и подготовки к отправке на аналитические исследования. Кабинет оснащён искусственной вентиляцией, аналитическими весами, электрической плитой, муфельной печкой и рабочими местами для студентов. Подготовка проб проходила в соответствии с нормативными документами, после чего они были отправлены на аналитические исследования.

Выполнение данной выпускной квалификационной работы осуществлялось с помощью специализированного программного обеспечения. Для обработки статистических параметров использовались «Microsoft Excel» и «Statistica». Камеральные работы проводились в учебной аудитории №439 20 корпуса ТПУ.

#### **5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

В основном вся пробоподготовка выполнялась сидя, рабочее место регламентировалось исходя из правовых документов ГОСТ 12.2.032-78.

Студенту так же был предоставлен эргономический стул, подходящий под общие требования ГОСТ 21889-76:

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

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

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

Параметры микроклимата для лабораторных помещений регламентируются СанПиН 2.2.4.548–96.

Таблица 11- Параметры микроклимата для лабораторных помещений

| Период года | Параметр микроклимата           | Величина    |
|-------------|---------------------------------|-------------|
| Теплый      | Температура воздуха в помещении | 23-25 °С    |
|             | Относительная влажность         | 40-60 %     |
|             | Скорость движения воздуха       | 0,1-0,2 м/с |

Также были рассмотрены требования безопасности при эксплуатации персонального компьютера.

Настольный компьютер представляет собой компьютер, основной блок которого предназначен для постоянного места размещения. Настольные компьютеры не предназначены для переноски. Совместно с ним

используется внешний дисплей, клавиатуру (Основные требования к клавиатуре отражены в ГОСТ Р ИСО 9241-4-2009 и манипулятор типа "мышь". Настольные компьютеры предназначены для выполнения широкого спектра задач исходя из специализации задач. Для предотвращения головных болей, головокружения, нарушения сна и подавленности эмоционального состояния на протяжении всей работы проводилась проверка шумового воздействия, так как превышение нормативных показателей может привести к ухудшению или потере слуха.

Допустимые уровни звукового давления и уровней звука, создаваемых ПК, представлены в Таблице 12.

Таблица 12 – Допустимые значения СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 уровней звукового давления в октавных полосах частот и уровня звука, создаваемого ПК

| Уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами |       |        |        |        |         |         |         |         | Уровни звука в дБА |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------------------|
| 31,5 Гц                                                                         | 63 Гц | 125 Гц | 250 Гц | 500 Гц | 1000 Гц | 2000 Гц | 4000 Гц | 8000 Гц |                    |
| 86 дБ                                                                           | 71 дБ | 61 дБ  | 54 дБ  | 49 дБ  | 45 дБ   | 42 дБ   | 40 дБ   | 38 дБ   | 50                 |

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

Период работы строго регламентировался Трудовым кодексом Российской Федерации N 197-ФЗ, с перерывами на обед не менее чем на 30 минут. После каждого часа, проведенного за компьютером, были произведены перерывы на 10-15 минут для снятия усталости с глаз. Ежедневная работа не составляла более чем 12 часов в сутки.

## 5.2 Производственная безопасность

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

1. Шумовое воздействие
2. Жала насекомых и иные части тела живых организмов, используемые ими для защиты или нападения, включая укусы

### 3. Движущиеся твердые объекты, наносящие удар по телу работающего

В процессе лабораторных работ ряд опасных и вредных производственных факторов гораздо шире, предлагается рассмотреть их более подробно.

Таблица 13 - Потенциальные опасные и вредные производственные факторы при работе в лабораторном помещении

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

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

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

Шум является одной из форм вредного воздействия на окружающую природную среду. Повышение шумового фона влечет за собой негативные последствия для психического и физического здоровья человека. Наибольшую угрозу он представляет для тех, кто в силу своей профессии вынужден постоянно подвергаться воздействию шума, требования к данным параметрам установлены ГОСТ 12.1.029-80.

Освещенность - важнейший параметр на рабочем месте, обеспечивающий комфортные условия, повышенную эффективность и

безопасность труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

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

В связи с большим количеством электрических приборов и установок в лаборатории, необходимо уберечь себя от травм, связанных с электрическим током. Специальные нормативные документы регламентируют правила обращения и способы защиты от производственных травм.

Одной из чрезвычайных ситуаций при выполнении лабораторных работ может стать пожар. Основными причинами его появления могут быть:

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

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

### **5.3 Экологическая безопасность**

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

Отходы, образуемые в ходе научно – исследовательской работы также имеют низкий класс опасности (IV), соответствующий твёрдым коммунальным отходам (ТКО).

## 5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

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

- 1) Техногенного (пожар, взрыв)
- 2) Природного (землетрясения, наводнения, ураганы, бури, смерчи)
- 3) Биологического (эпидемия)
- 4) Социального (специальные военные операции, несанкционированные массовые мероприятия, война)
- 5) Экологического характера (изменение состояния литосферы, атмосферы, гидросферы, биосферы)

Наиболее распространенными источниками возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера являются пожары. Основными причинами пожара являются: неисправности в электрических сетях, нарушение технологического режима и мер пожарной безопасности (курение, разведение открытого огня, применение неисправного оборудования и т.п.).

Основными опасными факторами пожара являются тепловое излучение, высокая температура, отравляющее действие дыма (продуктов сгорания: окиси углерода и др.) и снижение видимости при задымлении.

В число предупредительных мероприятий могут быть включены мероприятия, направленные на устранение причин, которые могут вызвать пожар, на локализацию распространения пожаров, создание условий для эвакуации людей и имущества при пожаре, своевременное обнаружение пожара и оповещение о нем, тушение пожара, поддержание сил ликвидации пожаров в постоянной готовности.

Первичные средства пожаротушения предназначены для использования работниками организаций, личным составом подразделений пожарной охраны и иными лицами в целях борьбы с пожарами и подразделяются на следующие типы на основании Федерального закона от 22.07.2008 N 123-ФЗ:

- 1) переносные и передвижные огнетушители;
- 2) пожарные краны и средства обеспечения их использования;
- 3) пожарный инвентарь;
- 4) покрывала для изоляции очага возгорания;
- 5) генераторные огнетушители аэрозольные переносные.

**Вывод по разделу:** при написании данного раздела выпускной квалификационной работы были рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения производственной и экологической безопасности, а также безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Лаборатория, находящаяся на 5 этаже 20 корпуса ТПУ, относится к III классу опасности (мало опасные). Категория тяжести труда по СанПиН 1.2.3685-21 – Ia (энерготраты организма до 139 Вт). Категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности согласно СП 12.13130.2009 – Д (пониженная пожароопасность). Категория рабочего места, как объекта, оказывающего значительное негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) – IV (минимальное НВОС).

## **6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

### **Введение**

Целью выпускной квалификационной работы является проведение эколого-геохимической оценки состояния территории юго-восточной части Сибирской платформы (Иркутская область) по данным изучения антропогенных карбонатов (накипи). Для данного исследования было отобрано 104 пробы накипи в разных административных районах Иркутской области.

Поскольку достижение цели данного проекта требует значительных трудовых и финансовых затрат, необходимо тщательно проанализировать ценность исследования с коммерческой точки зрения. Оценка коммерческой ценности проекта является важным условием для поиска финансирования и успешной коммерциализации результатов научных исследований.

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

Для достижения поставленной цели необходимо последовательно решить следующие задачи:

- организовать работы научного исследования (составить план-график работ);
- выявить потенциальных потребителей результатов исследования;
- произвести расчет стоимости реализации исследования;

#### **6.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Информация о заинтересованных сторонах исследования (проекта), которые активно принимают участие в исследовании и интересы которых могут быть затронуты в результате реализации исследовательских работ представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Заинтересованные стороны проекта

| Заинтересованные стороны проекта                                  | Ожидания заинтересованных сторон                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| НИ ТПУ                                                            | Выпуск высококвалифицированных специалистов                                                      |
| Ученые в области наук о земле и смежных экологических наук        | Получение необходимой информации о состоянии окружающей среды (в частности, объектов гидросферы) |
| Заинтересованное население;<br>Администрация региона исследования | Получение необходимой информации о качестве питьевой воды                                        |

## 6.2 Цели и результаты проекта

В таблице 15 представлена информация о иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Таблица 15 – Цель и результаты проекта

|                                     |                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Цель проекта                        | Изучить индикаторную роль элементного состава природных вод, представленной солевыми отложениями (накипью), для эколого-геохимических и прогнозно-металлогенических исследований на примере Иркутского региона |
| Ожидаемые результаты                | Данные об элементном составе накипи питьевых вод отдельных районов Иркутской области                                                                                                                           |
| Критерии приемки результата проекта | Соответствие заявленным требованиям. Пригодность результатов исследования для дальнейших работ.                                                                                                                |
| Требования к результату проекта     | Наглядность представления данных (удобный формат, Excel, карты распределения химических элементов)                                                                                                             |
|                                     | Корректность представления данных                                                                                                                                                                              |
|                                     | Точность (округление до 0.0001)                                                                                                                                                                                |
|                                     | Достоверность (Проведение исследований в аккредитованной лаборатории)                                                                                                                                          |

## 6.3 Организационная структура проекта

В таблице 16 представлена организационная структура проекта (роль и функции в проекте участников рабочей группы)

Таблица 16 – Рабочая группа проекта

| № п/п | ФИО, место работы, должность         | Роль в проекте         | Функции                                                                            |
|-------|--------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Соктоев Б.Р., НИ ТПУ, доцент ОГ ИШПР | Руководитель проекта   | Консультирование, координация деятельности, определение задач, контроль выполнения |
| 2     | Нестеренко А.Ю., студент группы 2Г91 | Исполнитель по проекту | Анализ литературных источников, пробоотбр,                                         |

|   |                                                               |          |                                                                                       |
|---|---------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|   | ОГ ИШПР                                                       |          | пробоподготовка, камеральная обработка и анализ лабораторных данных, написание работы |
| 3 | Исследовательский ядерный реактор ИРТ-Т, аналитик Судыко А.Ф. | Аналитик | Анализ проб                                                                           |

#### 6.4 Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР было проведено структурирование и определено содержание всего проекта. На рисунке 19 представлена иерархическая структура работ, выполненных по данному проекту.

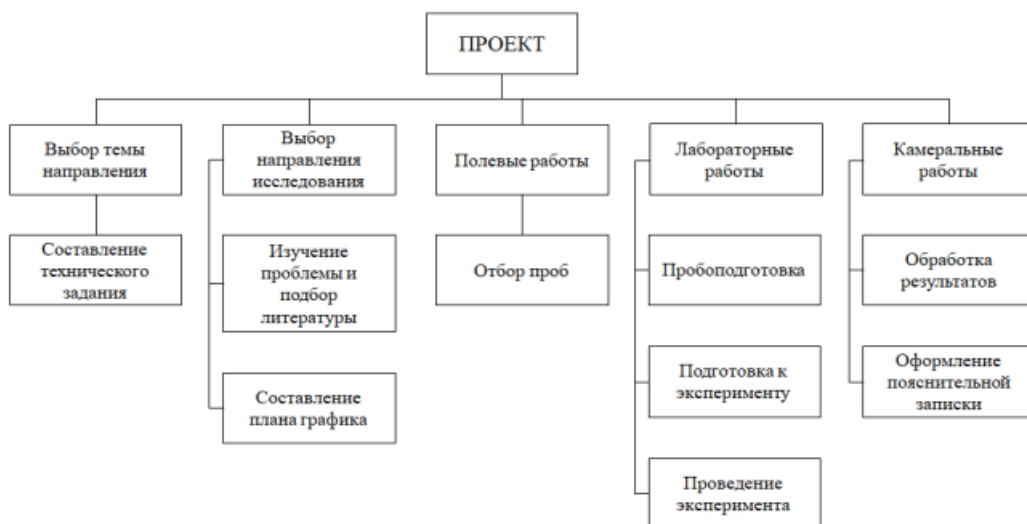


Рисунок 19 – Иерархическая структура работ проекта

#### 6.5 Календарный график Ганта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный график проекта. Календарный план проекта представлен в таблице 17.

Таблица 17 – Календарный план проекта

| Код работ | Название                 | Длительность, календарные дни | Дата начала работ | Дата окончания работ | Состав участников             |
|-----------|--------------------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|
| 1         | Выбор темы ВКР           | 10                            | 15.05.22          | 24.05.22             | Нестеренко А.Ю., Соктоев Б.Р. |
| 2         | Согласование плана работ | 7                             | 25.05.22          | 31.05.22             | Нестеренко А.Ю., Соктоев Б.Р. |

|        |                                                      |     |          |          |                               |
|--------|------------------------------------------------------|-----|----------|----------|-------------------------------|
| 3      | Отбор проб                                           | 91  | 01.06.22 | 31.08.22 | Нестеренко А.Ю.               |
| 4      | Лабораторные работы                                  | 91  | 01.09.22 | 30.11.22 | Нестеренко А.Ю., Судыко А.Ф.  |
| 5      | Обработка полученных данных и обсуждение результатов | 62  | 01.12.22 | 31.01.23 | Нестеренко А.Ю., Соктоев Б.Р. |
| 6      | Литературный обзор                                   | 28  | 01.02.23 | 28.02.23 | Нестеренко А.Ю.               |
| 7      | Написание отчета                                     | 61  | 01.03.23 | 30.04.23 | Нестеренко А.Ю.               |
| Итого: |                                                      | 350 |          |          |                               |

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Диаграмма Ганта выполнения выпускной квалификационной работы представлена в таблице 18.

Таблица 18 – Календарный план-график проекта

| Наименование этапа                                   | Т, дней | 2022                              |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   | 2023                              |                                   |      |        |
|------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------|--------|
|                                                      |         | Май                               | Июнь                              | Июль                              | Август                            | Сентябрь                          | Октябрь                           | Ноябрь                            | Декабрь                           | Январь                            | Февраль                           | Март | Апрель |
| Выбор темы ВКР                                       | 10      | <div><div></div><div></div></div> |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   |      |        |
| Согласование плана работ                             | 7       | <div><div></div><div></div></div> |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   |      |        |
| Отбор проб                                           | 91      |                                   | <div><div></div><div></div></div> | <div><div></div><div></div></div> | <div><div></div><div></div></div> |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   |      |        |
| Лабораторные работы                                  | 91      |                                   |                                   |                                   |                                   | <div><div></div><div></div></div> | <div><div></div><div></div></div> | <div><div></div><div></div></div> |                                   |                                   |                                   |      |        |
| Обработка полученных данных и обсуждение результатов | 62      |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   | <div><div></div><div></div></div> | <div><div></div><div></div></div> |                                   |      |        |
| Литературный обзор                                   | 28      |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   | <div><div></div><div></div></div> |      |        |



|  |  |  |  |                                                                                                                                                 |                       |
|--|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|  |  |  |  | расчет геохимических показателей, оформление полученных данных в виде таблиц, графиков и диаграмм, оформление пояснительной записки, защита ВКР | обеспечение Surfer 11 |
|--|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|

### 6.7 Расчет времени труда

Для расчета затрат времени и труда были использованы нормы, изложенные в ССН-92 выпуск 2 «Геолого-экологические работы» (Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Вып.2. Геологоэкологические работы., 1992.)

Расчет затрат времени производился по формуле:

$$N=Q \cdot N_{\text{вр}} \cdot K,$$

где: N - затраты времени, (бригада/смена на м.(ф.н.);

Q - объем работ;

N<sub>вр</sub> - норма времени из справочника сметных норм (бригада/смена);

K - коэффициент за ненормализованные условия.

Таблица 20 – Расчет затрат и времени труда

| №<br>п/<br>п | Виды работ                                      | Объем работ |        | Норма<br>длительнос<br>ти | Коэффици<br>ент | Нормативн<br>ый<br>документ     | Итого,<br>чел.-<br>смен |
|--------------|-------------------------------------------------|-------------|--------|---------------------------|-----------------|---------------------------------|-------------------------|
|              |                                                 | Ед.<br>изм. | Кол-во |                           |                 |                                 |                         |
| 1            | Отбор проб                                      | Проба       | 104    | 0,0488                    | 1               | Вып.2, табл. 27, стр. 3, ст. 4  | 5,07                    |
| 2            | Пробоподготовка                                 | Проба       | 104    | 0,17                      | 1               | Вып.7, норма 1006               | 17,68                   |
| 3            | Инструментальный нейтронно-активационный анализ | Проба       | 104    | 7,32                      | 1               | Вып.7, табл 5.1                 | 7,32                    |
| 4            | Камеральная обработка результатов               | Проба       | 104    | 0,0337                    | 1               | табл. 61 ССН, вып. 2 3 стр 3 ст | 3,50                    |
|              | Итого:                                          |             |        |                           |                 |                                 | 33,57                   |

## 6.8 Расчет заработной платы исполнителей работ

Заработная плата состоит из основной и дополнительной с учетом районного коэффициента.

Расчет заработной платы производился по формулам:

$$ЗП = (ЗП_{осн} + ЗП_{доп}) * Кр$$

Основная заработная плата рассчитывается как произведение отработанного времени (в сменах) на значение дневной (сменной) тарифной ставки.

$$ЗП_{осн} = Т * Дст$$

Дополнительная зарплата учитывает оплату отпускных и составляет 7,9% от ЗП<sub>осн</sub>.

$$ЗП_{доп} = 0,079 * ЗП_{осн}$$

Рабочее время составило 787,53 смен. Для расчета заработной платы каждого работника необходимо произведен расчет затрат времени на каждого из участников рабочей группы.

Таблица 21 – Расчет затрат труда (на каждый вид работы)

| № п/п | Виды работ                                      | Т     | Руководитель  | Студент       | Аналитик      |
|-------|-------------------------------------------------|-------|---------------|---------------|---------------|
|       |                                                 |       | Н, чел.-смена | Н, чел.-смена | Н, чел.-смена |
| 1     | Отбор проб                                      | 5,07  |               | 5,07          |               |
| 2     | Пробоподготовка                                 | 17,68 |               | 17,68         |               |
| 3     | Инструментальный нейтронно-активационный анализ | 7,32  |               |               | 7,32          |
| 4     | Камеральная обработка результатов               | 3,50  | 3,50          | 3,50          |               |
|       | Итого:                                          |       | 3,50          | 24,68         | 7,32          |

Таблица 22 – Расчет заработной платы

| Наименование расходов     | Кол-во  | Единицы измерения | Затраты труда | Дневная ставка, руб | Сумма основных расходов, руб |
|---------------------------|---------|-------------------|---------------|---------------------|------------------------------|
| Основная заработная плата |         |                   |               |                     |                              |
| Руководитель              | 1       | Чел.-смен         | 3,50          | 2134                | 7469                         |
| Исполнитель               | 1       | Чел.-смен         | 24,68         | 873                 | 21545,64                     |
| Аналитик                  | 1       | Чел.-смен         | 7,32          | 1253,6              | 9176,352                     |
| ИТОГО                     | 3       |                   |               |                     | 38190,992                    |
| Дополнительная            | 7,9% от |                   |               |                     | 3017,08837                   |

|                                      |      |  |  |  |            |
|--------------------------------------|------|--|--|--|------------|
| зарплата                             | осн. |  |  |  |            |
| ИТОГО                                |      |  |  |  | 41208,0804 |
| Районный коэффициент<br>(для Томска) | 1,3  |  |  |  | 12362,4241 |
| ИТОГО                                |      |  |  |  | 53570,5045 |
| Страховые взносы                     | 30%  |  |  |  | 16071,1513 |
| Резерв                               | 3%   |  |  |  | 1607,11513 |
| ИТОГО                                |      |  |  |  | 71248,771  |

### 6.9 Расчет затрат на материалы

Таблица 23 – Расход материалов на проведение геоэкологических работ

| Наименование и характеристика изделия    | Единица | Количество | Цена, руб | Сумма, руб |
|------------------------------------------|---------|------------|-----------|------------|
| Все полевые эколого-геохимические работы |         |            |           |            |
| Zip-пакет                                | шт      | 20         | 0,5       | 10         |
| Неметаллическая ложечка                  | шт      | 3          | 100       | 300        |
| Журналы регистрационные                  | шт      | 1          | 50        | 50         |
| Карандаш простой                         | шт      | 1          | 10        | 10         |
| Линейка чертежная                        | шт      | 1          | 15        | 15         |
| Резинка ученическая                      | шт      | 2          | 10        | 20         |
| Ручка шариковая                          | шт      | 1          | 40        | 40         |
| Лабораторные работы                      |         |            |           |            |
| Фольга                                   | шт      | 1          | 250       | 250        |
| Перчатки латексные                       | шт      | 4          | 20        | 80         |
| Итого:                                   |         |            |           | 775        |

Таблица 24 – Транспортные расходы

|        | Транспортное средство | Количество поездок | Стоимость за одну поездку, руб. |
|--------|-----------------------|--------------------|---------------------------------|
| 1      | Поезд (Томск-Тайга)   | 1                  | 610                             |
| 2      | Поезд (Тайга-Чунский) | 1                  | 2000                            |
| 3      | Автомобиль (аренда)   | 1                  | 20000                           |
| 5      | Поезд (Чунский-Тайга) | 1                  | 2000                            |
| 6      | Поезд (Тайга-Томск)   | 1                  | 610                             |
| Итого: |                       | 25220              |                                 |

Таблица 25 – Расчет затрат на подрядные работы

| №, п/п | Метод анализа | Кол-во проб | Стоимость, руб. | Сумма, руб. |
|--------|---------------|-------------|-----------------|-------------|
| 1      | ИННА          | 104         | 2800            | 291 200     |
| Итого: |               |             |                 | 291 200     |

## 6.10 Расчет амортизационных отчислений

Таблица 26 – Расчет амортизационных отчислений

| Наименование объекта основных фондов | Количество | Балансовая стоимость, руб | Годовая норма амортизации, % | Время использования, мес | Амортизационные отчисления, руб | Затраты на оборудование, руб |
|--------------------------------------|------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Аналитические весы                   | 1          | 12556388,8000             | 15                           | 2                        | 1388,8                          | 1388,8                       |
| Агатовая ступка                      | 1          | 20000                     |                              |                          |                                 | 20000                        |
| Персональный компьютер               | 1          | 35000                     |                              |                          |                                 | 35000                        |
| Итого:                               |            |                           |                              |                          | 1388,8                          | 56388,8                      |

Таблица 27 – Основные затраты на полевые работы

| Состав затрат                                    | Сумма затрат, руб | Номер таблицы |
|--------------------------------------------------|-------------------|---------------|
| Материальные затраты                             | 775               | 10            |
| Затраты на оплату труда (со страховыми взносами) | 71248,8           | 9             |
| Затраты на оборудование                          | 56388,8           | 13            |
| Транспортные затраты                             | 25220             | 11            |
| Подрядные работы (ИНАА)                          | 291 200           | 12            |
| <b>Итого:</b>                                    | <b>444833</b>     |               |

## 6.11 Общий расчет сметной стоимости проектируемых работ

Таблица 28 – Общий расчет сметной стоимости геоэкологических работ

| № п/п                          | Наименование работ и затрат                 | Объём      |            | Единичная расценка | Полная сметная стоимость, руб. |
|--------------------------------|---------------------------------------------|------------|------------|--------------------|--------------------------------|
|                                |                                             | Ед. изм    | Количество |                    |                                |
| I                              | Основные расходы на геоэкологические работы |            |            |                    |                                |
|                                | Группа А                                    |            |            |                    |                                |
|                                | Собственно геоэкологические работы          |            |            |                    |                                |
|                                | Проектно-сметные работы                     | % от ПР    | 100        | 444833             | 444833                         |
| 1                              | Полевые работы (ПР)                         |            |            |                    | 444833                         |
| 2                              | Организация полевых работ                   | % от ПР    | 1,5        |                    | 6672,495                       |
| 3                              | Ликвидация полевых работ                    | % от ПР    | 0,8        |                    | 3558,664                       |
| 4                              | Камеральные работы                          | % от ПР    | 30         |                    | 133449,9                       |
|                                | Итого основных расходов (ОР)                |            | 588514,059 |                    |                                |
| Группа Б                       |                                             |            |            |                    |                                |
| Сопутствующие работы и затраты |                                             |            |            |                    |                                |
| II                             | Накладные расходы                           | % от ОР    | 15         | 588514,1           | 88277,1                        |
|                                | Итого: основные и накладные расходы (ОР+НР) |            | 676791,2   |                    |                                |
| III                            | Плановые накопления                         | % от НР+ОР | 20         | 676791,2           | 135358,2                       |

|           |                                 |         |     |         |         |
|-----------|---------------------------------|---------|-----|---------|---------|
| <b>IV</b> | <b>Компенсированные затраты</b> |         |     |         |         |
| 1         | Производственные командировки   | % от ОР | 0,5 |         | 2942,6  |
| 2         | Полевое довольствие             | % от ОР | 3   |         | 17655,4 |
| 3         | Доплаты и компенсации           | % от ОР | 8   |         | 4708,1  |
| 4         | Охрана природы                  | % от ОР | 5   |         | 2942,6  |
|           | Итого компенсируемых затрат:    |         |     |         | 28248,7 |
| <b>V</b>  | <b>Подрядные работы</b>         |         |     |         |         |
| 1         | Лабораторные работы             | руб     | 1   | 291 200 | 291 200 |
| <b>VI</b> | <b>Резерв</b>                   | % от ОР | 3   |         | 17655,4 |
|           | <b>Итого сметная стоимость</b>  |         |     |         | 1149254 |
|           | НДС                             | %       | 20  |         | 229851  |
|           | <b>Итого с учётом НДС</b>       |         |     |         | 1379105 |

Таким образом, стоимость реализации проекта составила 1 379 105 рублей с учетом НДС (20%) 229 851 рубль. Было проведено обоснование проведенных работ, которые включали в себя расчет затрат труда и времени, а также смета по всем проведенным работам, а их сумма дала представление об общей стоимости исследования.

## Заключение

Общей геохимической специализацией антропогенных карбонатных отложений на территории юго-восточной части Сибирской платформы является повышенные (относительно различных фоновых показателей) содержания Zn, Sr, U, Ag, Ca.

Присутствие цинка в составе накипи является типичным для данного объекта исследования, что было отмечено и на других территориях ранее (Томская, Павлодарская области, Республики Башкортостан и Бурятия и другие). Накопление остальных химических элементов, вероятнее всего, обусловлено особенностями геологического строения территории на сочленении платформенных (отложения кембрийского возраста, представленные соленосными и гипсоносными толщами, в пределах которых известны горизонты с рассолами, карбонатами, сульфатами, хлоридами) и горно-складчатых (породы предгорных прогибов, зоны выноса материала с горных районов, прежде всего, Восточных Саянов) отложений.

Однако в пределах каждого участка (Чунский район, участки «Правобережье» и «Левобережье») выявлен ряд геохимических особенностей.

В пределах участка, приуроченного к Чунскому району, выявлено накопление в антропогенных карбонатных отложениях таких химических элементов, как Lu, Ba, что, вероятно, обусловлено влиянием горного обрамления (хребет Бадан, Восточные Саяны), на территории которых выявлены проявления и месторождения редких металлов, где руды обогащены широким спектром химических элементов.

В пределах участка «Правобережье» выявлено накопление в накипи спектра следующих химических элементов: Zn, Ta, Sr, U, Ca, Ag, Ba, Eu, Tb. В пределах участка «Левобережье» установлено накопление в антропогенных карбонатах Zn, Sr, Lu, Ag, Eu, Ca, U, Tb, Ta.

Общим для участков верхнего течения Ангары является наличие в составе накипи Ta, Eu, Tb, Sr они являются специфичными для районов

южной части Иркутской области и, вероятно, объясняются развитием и влиянием юрских угленосных отложений одноименного угольного бассейна.

В дальнейшей работе планируется уделить внимание выявлению причины аномальных концентраций ряда химических элементов (в том числе редких, редкоземельных и радиоактивных), а также заняться изучением минерального состава накипи.

## Список литературы

1. Арынова, Ш. Ж. Эколого-геохимическая оценка территории Павлодарской области (Республика Казахстан) по данным изучения элементного состава солевых отложений питьевых вод / Ш. Ж. Арынова, Л. П. Рихванов. // Вестник ЗабГУ. — 2015. — № 12. — С. 127.
2. Атлас. Иркутская область: экологические условия развития. – М. Иркутск, 2004. – 90 с.
3. Барановская, Н. В. Закономерности накопления и распределения химических элементов в организмах природных и природно-антропогенных экосистем: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Томск, 2011. – 46 с.
4. Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского. Цифровые каталоги геологических карт: сайт. – URL: [https://vsegei.ru/ru/info/catalog\\_ggk/](https://vsegei.ru/ru/info/catalog_ggk/) (дата обращения: 10.03.2023)
5. Геохимическая карта зоны Байкало–Амурской магистрали. Масштаб 1:3 000 000. Гл. ред. В.А. Рудник. – Л.: ВСЕГЕИ, 1985.
6. Геохимическая карта территории СССР. Масштаб 1:10 000 000. Гл. ред. А.А. Смыслов. – Л.: ВСЕГЕИ, 1988.
7. Геохимическая характеристика солевых отложений питьевых вод Байкальского региона / Б. Р. Соктоев, Л. П. Рихванов, Т. Т. Тайсаев, Н. В. Барановская. // Известия ТПУ. — 2014. — № 1. — С. 209-2023.
8. Геохимия региона БАМ. – Л.: Недра, 1983.
9. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – М., 2003. – 84 с.
10. ГН 2.1.5.2280-07 Дополнения и изменения № 1 к гигиеническим нормативам «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». – М., 2007. – 5 с.

11. ГН 2.1.5.2307-07 Ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – М., 2007. – 57 с.
12. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
13. ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.
14. ГОСТ 21889-76 Система «человек-машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования.
15. Григорьев, Н. А. Распределение химических элементов в верхней части континентальной коры. – Екатеринбург: УрО РАН, 2009. – 383 с
16. Жабин, Г. Г. Закономерности отложения карбоната кальция на поверхности нагрева из потока некипящей жидкости // Труды ВОДГЕО. – 1975. – Вып. 49. – С. 42–48.
17. Кац В.Е., Фалалеев Ю.А. Особенности состояния подземных вод в Республике Алтай // Природные ресурсы Горного Алтая. – 2006. – № 1. – С. 75–80.
18. Каюкова, Е. П. Особенности формирования химического состава подземных вод зоны активного водообмена бассейна Р. Бодрак (юго-западный Крым) / Е. П. Каюкова, И. К. Котова. // Вестник СПбГУ. — 2017. — № 4. — С. 25-31.
19. Коган, Р. М. Особенности формирования химического состава воды Р. Бира / Р. М. Коган, Л. О. Рыжкова. — Текст : непосредственный // Региональные проблемы. — 2011. — № 2. — С. 17-23.
20. Круглов Д. Э. Роль воды в жизни человека / А. А. Аветисян, Н. Н. Чикида, А. И. Осипов. // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения.. — 2013. — № 2. — С. 26-30.
21. Кузнецов, В. Г. Фазовый анализ котельных накипей с помощью рентгеновских лучей / В. Г. Кузнецов, А. Н. Хлапова // Внутрикотловые

физикохимические процессы и водный режим котлов высокого давления. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1951. – С. 152-164.

22. Лапотышкина, Н. П. Водоподготовка и водно-химический режим тепловых сетей / Н. П. Лапотышкина, Р. П. Сазонов. – М.: Энергоиздат, 1982. – 200 с

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

24. Монголина, Т. А. Элементный состав солевых отложений питьевых вод Томской области / Т. А. Монголина, Н. В. Барановская, Б. Р. Соктоев. // Известия ТПУ. — 2011. — № 1. — С. 204-2011.

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

26. Рихванов Л. П., Язиков Е. Г., Сухих Ю. И. и др. Экологогеохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения / под ред. А.Г. Бакирова. – Томск : Курсив, 2006. – 216 с

27. Робертус, Ю. В. Особенности химического состава солевых отложений подземных питьевых вод Республики Алтай / Ю. В. Робертус, Л. П. Рихванов, Б. Р. Соктоев // Известия Томского политехнического университета. – 2014. – Т. 324. – № 1. – С. 190-195.

28. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М., 2002. – 62 с.

29. СанПиН 2.1.4.1175-02 Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников. – М., 2002. – 13 с.

30. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
31. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов.
32. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"
33. Скоробогатов, Г. А. Ионообменные свойства шунгитов, контактирующих с водой / Г. А. Скоробогатов, А. В. Бахтиаров, Ю. А. Ашмарова // Экологическая химия. – 2012. – № 21(2). – С. 125-129.
34. Смирнова, О. К. Особенности нахождения тяжелых металлов в геотехногенных ландшафтах Джидинского вольфрамо-молибденового комбината / О. К. Смирнова, А. Е. Сарапулова, А. А. Цыренова // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – 2010. – № 4. – С. 319-327.
35. Солевые образования питьевых вод как индикаторная среда в эколого-геохимических и металлогенических исследованиях / Б. Р. Соктоев, Л. П. Рихванов, Ш. Ж. Усенова [и др.]. — Текст : непосредственный // Вестник ИрГТУ. — 2014. — № 1(84). — С. 40-45.
36. Соктоев, Б. Р. Минералого-геохимические особенности солевых отложений(накипи) из бытовой теплообменной аппаратуры / Б. Р. Соктоев, Л. П., Рихванов, С. С., Ильенок и др. // Минералогия техногенеза-2014. – Миасс: ИМин УрО РАН, 20143. – С.140-146.
37. Сорокина Е.П. Картографирование техногенных аномалий в целях геохимической оценки урбанизированных территорий. – М.: Изд-во МГУ, 1990.
38. СП 12.13130.2009 определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности
39. СП 12.13130.2009 определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности

40. Странский, И. Н. К теории роста кристаллов и образования кристаллических зародышей / И. Н. Странский, Р. Каишев // Успехи физических наук. – 1939. – Т.21. – Вып. 4. – С. 408-465.
41. Телеснецкий, А. Ф. Исследование состава осадков водопроводных станций с целью использования их для производства строительных материалов / А. Ф. Телеснецкий, В. В. Тимашев, А. В. Волкова // Труды Московского химико-технологического института. Сер. Силикаты. – 1969. – Вып. 39. – С. 283-285
42. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".
43. Шварцев, Степан Львович. Гидрогеология и гидросферное мышление / С. Л. Шварцев // Современные проблемы гидрогеологии: Пятые Толстихинские чтения к 100-летию Н. И. Толстихина материалы научно-методической конференции, 11-13 нояб., 1996, Санкт-Петербург: . — СПб : [ б. и. ], 1996 . — С. 22-25
44. Шварцев, С. Л. Фундаментальные механизмы взаимодействия в системе «вода-горная порода» и ее внутренняя геологическая эволюция // Литосфера, 2008. – № 6. – С. 3-24.
45. Щербамов, Ю. Г. Геохимия редких, редкоземельных и радиоактивных элементов в пороодо– и рудообразующих процессах / Ю. Г. Щербамов, В. П. Ковалев. — Вып. 750. — Новосибирск : Наука. Сибирское отделение, 1989. — 213 с.
46. Язиков Е.Г., Рихванов Л.П., Барановская Н.В. Индикаторная роль солевых образований в воде при геохимическом мониторинге // Известия вузов. Геология и разведка. – 2004. – № 1. – С. 67–69.
47. Язиков Е.Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири: автореф. дис. ... дра геол.минерал. наук. – Томск, 2006. – 47 с.

48. Assessment of inorganic accumulation in drinking water system scales and sediments / M. J. Friedman, A. S. Hill, S. H. Reiber et al. – Denver: Water Research Foundation, 2010. – 353 p.
49. Christiansen, J. A. On the kinetics of formation of precipitates of sparingly soluble salts and kinetic determination of the size of crystal germs / J. A. Christiansen, A. E. Nielsen // *Acta Chem. Scand.* – 1951. – Vol. 5. – P. 673-679.
50. Candeais, J. P. Scale analysis using X-ray microfluorescence and computed radiography / J. P. Candeais, D. F. de Oliveira, M. J. dos Anjos et al. // *Radiation Physics and Chemistry.* – 2014. – Vol. 95. – P. 408-411.
51. Duggirala, P. Y. Formation of calcium carbonate scale and control strategies in continuous digesters // *CD del II Coloquio Internacional sobre Celulosa de Eucalipto.* – Concepcion, Chile, 2005. – P. 1-34.
52. Evaluation of drinking water according to geochemical composition of its salt deposition / L.P. Rikhvanov, N.V. Baranovskaya, B.R. Soktoev, T.A. Mongolina // *Proceedings of 8th International Conference «Environmental Engineering».* – Vilnius, Lithuania, May 19–20, 2011. – P. 337–342.
53. Lytle, D. A. The accumulation of radioactive contaminants in drinking water distribution systems / D. A. Lytle, T. Sorg, L. Wang et al. // *Water Research.* – 2014. – Vol. 50. – P. 396-407.
54. Peng, C.-Y. Characterization of elemental and structural composition of corrosion scales and deposits formed in drinking water distribution systems / C.-Y. Peng, G. V. Korshin, R. L. Valentine et al. // *Water Research.* – 2010. – Vol. 44. – № 15. – P. 4570-4580
55. Tapkhaeva A.E., Taisaev T.T., Rikhvanov L.P. et al. Geochemical specialization of limescale of water sources illustrated by two regions in Siberia // *Contemp. Probl. Ecol.* 2010. V. 3. № 4. P. 498–507.
56. Zilberman E., Amit R., Heimann A. et al. Changes in Holocene paleoseismic activity in the Hula pullapart basin. Dead Sea Rift, northern Israel // *Tectonophysics.* 2000. V. 321. № 2. P. 237–252.

57. Weissberg B.C. Goldsilver oregrade precipitates from New Zealand thermal waters // Econ. Geol. 1969. V. 64. № 1. P. 95–108.

58. White D.E., Anderson E.T., Grubbs D.K. Geothermal brine well: miledeep drill hole May tap orebearing magmatic water and rocks undergoing metamorphism // Science. 1963. V. 139. № 3558. P. 919–922.